



TESIS

**OPTIMASI PERENCANAAN PRODUKSI PERAKITAN  
WIRING HARNESS DENGAN MENGGUNAKAN  
MODEL *MIXED INTEGER LINEAR PROGRAMMING*  
PADA CV. XYZ CIKARANG**

Donatus Feriyanto Simamora  
9114201604

Dosen Pembimbing  
Prof. Ir. Suparno., M.SIE., Ph.D

**PROGRAM MAGISTER MANAJEMEN TEKNOLOGI  
BIDANG KEAHLIAN MANAJEMEN INDUSTRI  
PROGRAM PASCA SARJANA  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA  
2017**



**THESIS**

**OPTIMAL PRODUCTION PLANNING IN WIRING  
HARNESS ASSEMBLING PROCESS USING MIXED  
INTEGER LINEAR PROGRAMMING**

**Donatus Feriyanto Simamora  
9114201604**

**Supervisor  
Prof. Ir. Suparno., M.SIE., Ph.D**

**MASTER MANAGEMENT TECHNOLOGY PROGRAM  
INDUSTRIAL MANAGEMENT  
POSTGRADUATE PROGRAM  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA  
2017**

## LEMBAR PENGESAHAN

Telah disusun untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar  
Magister Manajemen Teknologi (M.MT)  
di  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

DONATUS FERİYANTO SIMAMORA  
NRP. 9114 201 604

Tanggal Ujian : 6 Januari 2017  
Periode Wisuda : Maret 2017

Disetujui oleh:

1. Prof. Ir. Suparno., M.SIE., Ph.D  
NIP : 194807101976031002

(Pembimbing)

2. Prof. Ir. I Nyoman Pujawan., M.Eng., Ph.D  
NIP : 196901071994121001

(Penguji)

3. Dr. Ir. Bustanul Arifin N., M.Sc  
NIP : 195904301989031001

(Penguji)

an. Direktur Program Pascasarjana  
Asisten Direktur

Prof. Dr. Ir. Tri Widada, M.Eng.  
NIP. 19611021 198603 1 001

Direktur Program Pascasarjana,

Prof. Ir. Djauhar Manfaat, M.Sc., Ph.D.  
NIP. 19601202 198701 1 001

# OPTIMASI PERENCANAAN PRODUKSI PERAKITAN WIRING HARNESS DENGAN MENGGUNAKAN MODEL MIXED INTEGER LINEAR PROGRAMMING PADA CV. XYZ CIKARANG

Nama Mahasiswa : Donatus Feriyanto Simamora  
NRP : 9114201604  
Pembimbing : Prof. Ir. Suparno., M.SIE., Ph.D

## ABSTRAK

Penelitian ini merupakan salah satu contoh kasus nyata perencanaan produksi yang dilakukan industri dalam menghadapi ketidakpastian dengan mengoptimalkan ketersediaan sumber daya yang bertujuan untuk meminimalkan total biaya produksi. Perencanaan produksi agregat adalah suatu alat untuk menyeimbangkan ketidakpastian permintaan dengan ketersediaan sumber daya yang tersedia dalam jangka waktu perencanaan pendek maupun menengah. CV. XYZ merupakan perusahaan subkontrak yang bergerak dalam industri perakitan *wiring harness*. *Wiring harness* merupakan rangkaian kabel yang berfungsi sebagai penyalur sistem kelistrikan dan sinyal pada kendaraan otomotif.

Penelitian ini menggunakan *Mixed Integer Linear Programming (MILP)* dalam mengoptimasi perencanaan produksi. MILP merupakan suatu metode matematik untuk mencapai tujuan yang diinginkan dengan mempertimbangkan ketersediaan sumber daya yang tersedia. Metode ini memungkinkan peneliti untuk mengoptimasi perencanaan produksi perakitan wiring harness. Variabel jam kerja, penggunaan jumlah karyawan, dan jumlah persediaan merupakan fokus dari penelitian ini. Penelitian ini membandingkan kondisi strategi perusahaan yang digunakan saat ini yaitu dengan menggunakan jumlah karyawan yang tetap, dibandingkan dengan usulan strategi alternatif dengan menggunakan fleksibilitas penggunaan karyawan dalam meminimalkan total biaya produksi perakitan wiring harness.

Hasil optimasi perencanaan produksi yang didapatkan, bahwa usulan strategi alternatif dengan menambah jumlah karyawan yang digunakan, dapat meminimalkan total biaya produksi sebanyak 0.4% dari Rp. 2,043,458,430 menjadi Rp. 2,036,236,800 atau turun sebanyak Rp. 7,221,630 selama 12 bulan waktu perencanaan.

**Kata Kunci:** perencanaan produksi, optimasi, *wiring harness*, *mixed integer linear programming (MILP)*.

# OPTIMAL PRODUCTION PLANNING IN WIRING HARNESS ASSEMBLING PROCESS USING MIXED INTEGER LINEAR PROGRAMMING

Name : Donatus Feriyanto Simamora  
NRP : 9114201604  
Supervisor : Prof. Ir. Suparno., M.SIE., Ph.D

## ABSTRACT

This study propose a real case of production planning in industry to face the uncertainty demand by optimizing the available resources to minimize the cost of production in wiring harness assembling process. Aggregate production planning is a tool to balancing uncertainty demand and available resources in short-medium term planning horizons. CV. XYZ is a subcontract company which engaged in wiring harness assembling process. Wiring harness is the wiring and power distribution system for the transmission of electric power and signal in automotives.

This study use Mixed Integer Linear Programming (MILP) as a tool process to optimize the production plan. MILP is a method of mathematic program to achieve the optimal goal with the limits of available resources. This method allows researcher to optimize the production planning in wiring harness assembling process. Variable work time hour, the amount of man power used and inventory are the focus of this study.

Result from this optimation model, by increasing the number of employees, it can minimize the total production cost in wiring harness assembling process by 0.4% from Rp. 2,043,458,430 to Rp. 2,036,236,800 or decrease Rp. 7,221,630 over 12 month planning period.

**Keywords:** production planning, optimization, wiring harness, mixed integer linear programming (MILP).

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan atas kehadiran Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan rahmat dan karuniaNya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan tesis dengan judul **“Optimasi Perencanaan Produksi Perakitan Wiring Harness Dengan Menggunakan Model Mixed Integer Linear Programming Pada CV. XYZ Cikarang”**. Penyusunan tesis ini dibuat dalam rangka menyelesaikan tugas akhir untuk memperoleh gelar Magister Manajemen Teknologi di Institut Teknologi Sepuluh November Surabaya.

Penulis banyak mendapatkan bantuan, bimbingan, dan dukungan dari berbagai pihak sehingga penyusunan tesis ini dapat terselesaikan. Pada kesempatan ini, penulis menyampaikan rasa terima kasih yang setulusnya kepada:

1. Kedua orang tua penulis beserta adik dan seluruh keluarga besar penulis, yang telah memberikan banyak dukungan moral maupun materil dalam menempuh program pendidikan ini.
2. Bapak Prof. Ir. Suparno., M.SIE., Ph.D selaku pembimbing yang telah bersedia menyediakan waktu, tenaga dan pikiran untuk mengarahkan penulis dalam menyelesaikan penyusunan tesis ini.
3. Bapak Prof. Dr. Ir. Udisubakti C., M.Eng.Sc selaku ketua program studi MMT-ITS yang telah banyak memberikan saran dan nasehat kepada penulis.
4. Bapak Prof. Ir. I Nyoman Pujawan., M.Eng., Ph.D atas kesediaan beliau sebagai penguji tesis sekaligus memberikan saran dan masukan demi perbaikan tesis ini.
5. Bapak Dr. Ir. Bustanul Arifin N., M.Sc atas kesediaan beliau sebagai penguji tesis sekaligus memberikan saran dan masukan demi perbaikan tesis ini.
6. Saudara Aditya Mahardika selaku teman yang telah bersedia memberikan tempat penelitian, sehingga penulis dapat melakukan penelitian tesis ini. Tanpa kebaikan beliau, penulis mungkin belum dapat menyelesaikan tesis ini.
7. Teman-teman Manajemen Industri kelas eksekutif MMT-ITS yang telah bersama-sama dengan penulis dalam menempuh pendidikan ini. Saran dan

masuk dari kalian sangat mempengaruhi semangat penulis. Semoga kebersamaan kita akan terus bertahan sampai akhir.

8. Seluruh karyawan MMT-ITS, yang telah bersedia memberikan banyak informasi kepada penulis.
9. Teman-teman dan kolega mantan Red Army, Erfanto Setiawan, Henry Mukti dan Anton C Susilo yang telah menemani penulis dalam kesendiriannya di kosan seperti seorang Peter Parker.
10. Serta seluruh pihak yang tidak sempat penulis sebutkan satu persatu yang telah memberikan bantuan langsung maupun tidak langsung sehingga tesis ini dapat terselesaikan.

Penulis menyadari bahwa penulisan tesis ini masih banyak kekurangan, oleh karenanya kritik dan saran sangat penulis harapkan guna menyempurnakan penulisan ini. Akhir kata penulis mengucapkan banyak terima kasih dan semoga tesis ini dapat bermanfaat bagi kita semua.

Surabaya, 16 Januari 2017

(Penulis)

## DAFTAR ISI

|   |            |
|---|------------|
| <b>ABSTRAK.....</b>   | <b>iii</b> |
| <b>ABSTRACT .....</b>   | <b>iv</b>  |
| <b>KATA PENGANTAR.....</b>  | <b>v</b>   |
| <b>DAFTAR ISI .....</b>   | <b>vii</b> |
| <b>DAFTAR TABEL .....</b>   | <b>x</b>   |
| <b>DAFTAR GAMBAR.....</b>   | <b>xi</b>  |
| <b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>  | <b>xii</b> |
| <b>BAB 1 PENDAHULUAN.....</b>   | <b>1</b>   |
| 1.1    Latar Belakang Masalah.....  | 1          |
| 1.2    Perumusan Masalah .....  | 5          |
| 1.3    Tujuan Penelitian.....   | 5          |
| 1.4    Manfaat Penelitian .....   | 5          |
| 1.5    Batasan Masalah Dalam Penelitian .....                             | 6          |
| <b>BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA .....</b>                                       | <b>7</b>   |
| 2.1    Proses Perakitan <i>Wiring harness</i> .....                       | 7          |
| 2.2    Perencanaan Produksi Agregat.....                                  | 8          |
| 2.2.1    Metode <i>Mixed Integer Linear Programming</i> .....             | 12         |
| 2.2.2    Metode <i>Lot Size</i> .....                                     | 13         |
| 2.2.3    Metode Goal Programming.....                                     | 13         |
| 2.2.4    Metode Near-Optimal .....  | 14         |
| 2.3    Variabel Keputusan dan Biaya dalam Perencanaan produksi Agregat... | 14         |
| 2.3.1    Variabel Persediaan .....  | 14         |
| 2.3.2    Variabel <i>Backorder &amp; Stockout</i> .....                   | 15         |



|   |  |           |
|---|--|-----------|
| 2.3.3   | Variabel Perekrutan dan Pengurangan Jumlah Tenaga Kerja .....                      | 15        |
| 2.3.4   | Variabel Jam Kerja Lembur .....  | 16        |
| 2.3.5   | Variabel Penggunaan Tenaga <i>Outsource</i> (Sub-Kontrak) .....                    | 16        |
| 2.4   | Model Perencanaan Produksi Agregat .....   | 16        |
| 2.5   | Penelitian Terdahulu .....   | 19        |
| <b>BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN .....</b>                      |  | <b>25</b> |
| 3.1   | Identifikasi Masalah .....   | 25        |
| 3.2   | Tahap Pengumpulan dan Pengolahan Data .....  | 26        |
| 3.2.1   | Pengumpulan Data .....   | 26        |
| 3.2.2   | Pengembangan Model .....   | 28        |
| 3.2.3   | Pengolahan Data .....  | 32        |
| 3.3   | Analisa serta Kesimpulan Penelitian .....  | 33        |
| 3.3.1   | Analisis Sensitivitas dan Hasil Pengolahan Data .....                              | 33        |
| 3.3.2   | Kesimpulan dan Saran .....   | 33        |
| <b>BAB 4 PENGUMPULAN DATA SERTA HASIL DAN PEMBAHASAN ....</b> |  | <b>35</b> |
| 4.1   | Pengumpulan Data .....   | 35        |
| 4.1.1   | Data urutan proses perakitan wiring harness .....                                  | 35        |
| 4.1.2   | Data jumlah karyawan dan waktu unit proses perakitan tiap <i>part number</i> ..... | 36        |
| 4.1.3   | Data Komponen biaya perakitan <i>wiring harness</i> .....                          | 37        |
| 4.1.4   | Data kebutuhan produksi (permintaan peramalan) .....                               | 39        |
| 4.1.5   | Ringkasan Data Masukan Perencanaan Produksi Agregat .....                          | 40        |
| 4.2   | Pengolahan Data .....  | 41        |
| 4.2.1   | Formulasi Fungsi Tujuan .....  | 41        |
| 4.2.2   | Formulasi Fungsi Pembatas .....  | 44        |
| 4.3   | Analisis Hasil Penelitian .....  | 48        |

|   |  |           |
|---|--|-----------|
| 4.3.1                                   | Analisis Jumlah Produksi Pada Jam Kerja Normal dan Lembur ....                   | 49        |
| 4.3.2                                   | Analisis Kebutuhan Jumlah Jam Kerja Normal dan Lembur.....                       | 51        |
| 4.3.3                                   | Analisis Jumlah Persediaan.....  | 53        |
| 4.3.4                                   | Analisis Penggunaan Jumlah Karyawan yang dibutuhkan .....                        | 54        |
| 4.4                                     | Analisa Sensitifitas .....   | 54        |
| 4.4.1                                   | Sensitifitas Perubahan Parameter Biaya Operasional terhadap Solusi Optimal.....  | 55        |
| 4.4.2                                   | Sensitifitas Perubahan Parameter Biaya Tenaga Kerja terhadap Solusi Optimal..... | 55        |
| 4.4.3                                   | Sensitifitas Perubahan Parameter Demand terhadap Solusi Optimal .....            | 56        |
| 4.5                                     | Implikasi Manajerial .....   | 57        |
| <b>BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN .....</b> |  | <b>59</b> |
| 5.1                                     | Kesimpulan.....  | 59        |
| 5.2                                     | Saran .....  | 59        |
| <b>REFERENSI .....</b>                  |  | <b>61</b> |
| <b>LAMPIRAN</b>                         |  |           |

## DAFTAR TABEL

|  |    |
|--|----|
| Tabel 1.1 Historikal Realisasi Pengiriman Bulanan CV. XYZ (Jan-Sep 2016).....              | 3  |
| Tabel 1.2 Kebutuhan dan Ketersediaan Hari Kerja CV. XYZ (Jan-Sep 2016).....                | 3  |
| Tabel 2.1 Klasifikasi Metode Perencanaan Produksi Agregat .....                            | 11 |
| Tabel 2.2 Penelitian Terdahulu.....  | 23 |
| Tabel 4.1 Proses Perakitan Wiring Harness CV. XYZ.....                                     | 35 |
| Tabel 4.2 Jumlah Karyawan dan Waktu Proses Perakitan Wiring Harness .....                  | 36 |
| Tabel 4.3 Biaya Operasional beserta Biaya Penyimpanan CV. XYZ .....                        | 38 |
| Tabel 4.4 Biaya Tenaga Kerja CV. XYZ.....  | 38 |
| Tabel 4.5 Kebutuhan Produksi Permintaan Wiring Harness.....                                | 39 |
| Tabel 4.6 Input Perencanaan Produksi Agregat .....   | 40 |
| Tabel 4.7 Summary Hasil Pengolahan Data CV. XYZ .....                                      | 48 |
| Tabel 4.8 Sensitifitas Perubahan Parameter Biaya Operasional terhadap Solusi Optimal.....  | 55 |
| Tabel 4.9 Sensitifitas Perubahan Parameter Biaya Tenaga Kerja terhadap Solusi Optimal..... | 56 |
| Tabel 4.10 Sensitifitas Perubahan Parameter Demand terhadap Solusi Optimal..               | 56 |

## DAFTAR GAMBAR

|   |    |
|---|----|
| Gambar 2.1 Proses Perakitan Wiring Harness .....                                      | 7  |
| Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitiann .....   | 26 |
| Gambar 4.1 Total Biaya Produksi Perakitan Wiring Harness (Juta Rupiah/Bulan)<br>..... | 49 |
| Gambar 4.2 Jumlah Produksi Pada Jam Kerja Reguler (Ribuan Unit / Bulan) .....         | 50 |
| Gambar 4.3 Jumlah Produksi Pada Jam Kerja Lembur (Ribuan Unit / Bulan) .....          | 50 |
| Gambar 4.4 Kebutuhan Jumlah Jam Kerja Reguler (Jam Orang / Bulan) .....               | 51 |
| Gambar 4.5 Kebutuhan Jumlah Jam Kerja Lembur (Jam Orang / Bulan) .....                | 52 |
| Gambar 4.6 Jumlah Persediaan yang Disimpan (unit / bulan) .....                       | 53 |
| Gambar 4.7 Penggunaan Jumlah Karyawan yang Dibutuhkan (Orang / Bulan)...              | 54 |

## DAFTAR LAMPIRAN

|   |    |
|---|----|
| Lampiran 1. Perbandingan Biaya Produksi Alternatif Strategi Pertama dan Kedua ..... | 63 |
| Lampiran 2. Jumlah Produksi Pada Waktu Reguler (Unit Per Bulan) .....               | 65 |
| Lampiran 3. Jumlah Produksi Pada Waktu Lembur (Unit Per Bulan) .....                | 67 |
| Lampiran 4. Kebutuhan Jam Kerja Reguler (Jam Orang per Bulan) .....                 | 69 |
| Lampiran 5. Kebutuhan Jam Kerja Lembur (Jam Orang per Bulan) .....                  | 71 |
| Lampiran 6. Jumlah Persediaan yang disimpan (Unit per Bulan) .....                  | 73 |
| Lampiran 7. Jumlah Karyawan yang digunakan (Orang per Bulan) .....                  | 75 |
| Lampiran 8. Formulasi Model Lindo.....  | 77 |
| Lampiran 9. Output Formulasi Lindo .....  | 97 |

# **BAB 1**

## **PENDAHULUAN**

Pada bab ini akan dibahas mengenai hal-hal yang mendasari dilakukannya penelitian ini serta melakukan identifikasi terkait masalah penelitian. Adapun isi pada bab ini adalah latar belakang penelitian, perumusan masalah penelitian, tujuan dan manfaat dari penelitian. serta ruang lingkup permasalahan yang dibahas.

### **1.1 Latar Belakang Masalah**

Ketidakpastian permintaan merupakan salah satu permasalahan yang dihadapi perusahaan yang dapat berakibat negatif terhadap keuntungan yang dialami perusahaan. Selain itu, perusahaan juga dituntut untuk memperpendek *assembling lead time* produk, menstabilkan ketidakpastian pasar, serta dapat meminimumkan tingkat persediaan. Dalam menghadapi kondisi diatas, diperlukan peningkatan level produktifitas, kapabilitas, dan efisiensi di setiap lini produksi, sehingga dibutuhkan sebuah perencanaan produksi yang dapat memaksimalkan ketersediaan sumber daya sehingga dapat meminimalkan biaya produksi dalam meningkatkan keuntungan perusahaan (Gansterer, 2015).

Perencanaan produksi agregat adalah sebuah proses perencanaan yang dapat menyeimbangkan antara ketidakpastian permintaan pelanggan dengan ketersediaan sumber daya yang dimiliki dalam sebuah perencanaan jangka pendek dan menengah dengan meminimumkan total biaya produksi yang dibutuhkan atau memaksimalkan keuntungan yang didapatkan perusahaan (Chase, et al., 2006).

Perencanaan produksi agregat suatu perusahaan dapat dilakukan dengan berbagai cara sesuai dengan kondisi dan situasi perusahaan tersebut. Perencanaan produksi dapat dilakukan dengan analisa kuantitatif terhadap permintaan pelanggan baik kuantitas maupun jadwal pemenuhannya, material yang tersedia, kapasitas produksi serta sumber daya yang tersedia lainnya. Dalam pengelolaan suatu pabrik, seorang manajer produksi harus membuat keputusan mengenai rencana produksi yang tepat untuk periode yang akan datang (Siswanto, 2006).

Buxey (2005) menjelaskan dalam perencanaan produksi agregat, terdapat strategi-strategi yang dapat dilakukan dalam mempertemukan permintaan

pelanggan dan pasokan perusahaan. Strategi penggunaan tenaga kerja dan tingkat persediaan produk merupakan pilihan strategi yang paling sering dilakukan perusahaan. Strategi penggunaan tenaga kerja akan menyebabkan persediaan menjadi sedikit, sehingga biaya penanganan persediaan menjadi rendah, tetapi biaya tenaga kerja menjadi lebih tinggi. Liu & Tu (2008) menjelaskan bahwa meningkatkan level persediaan dapat mempertemukan permintaan pelanggan dan menghindari kehilangan penjualan. Akan tetapi hal tersebut dapat menyebabkan biaya penyimpanan dapat meningkat. Begitu pula sebaliknya, jika perusahaan tidak atau kekurangan persediaan, akan menyebabkan pelayanan terhadap pelanggan menjadi tidak maksimal. Oleh karena itu diperlukan perencanaan produksi yang optimal dalam mempertemukan permintaan dan pasokan pelanggan dengan memanfaatkan semaksimal mungkin ketersediaan sumber daya yang tersedia.

*Wiring harness* merupakan kumpulan dari rangkaian kabel yang berfungsi untuk mengalirkan arus listrik dan sinyal pada kendaraan otomotif. CV. XYZ adalah salah satu perusahaan subkontrak yang bergerak dalam industri perakitan *wiring harness* yang akan disuplai untuk perusahaan otomotif di Indonesia. Perusahaan berlokasi di daerah Cikarang, Bekasi – Jawa Barat. Produk dari perusahaan ini berupa varian *part number wiring harness* yang masing-masing memiliki waktu pengerjaan dan kebutuhan karyawan yang berbeda dalam proses perakitannya.

Jenis-jenis *part number* yang dipesan pelanggan memiliki kebutuhan proses yang berbeda-beda, sehingga setiap *part number* masing-masing memiliki kebutuhan karyawan dengan waktu perakitan yang berbeda-beda juga. Dalam mengatasi hal ini, CV. XYZ memiliki 2 plant dimana plant 1 merupakan plant untuk melakukan perakitan, sedangkan plant 2 dikhususkan untuk proses *cutting* dan *crimping*, CV. XYZ membagi beberapa kelompok (grup) untuk merakit *part number* berdasarkan kemiripan penggunaan jumlah karyawan yang dibutuhkan. Seperti terlampir pada tabel 1.1. dimana CV. XYZ memiliki 4 kelompok grup dalam memproduksi varian *part number wiring harness*. Grup A, B dan C memiliki spesialisasi tertentu dalam perakitan varian *part number*. Sedangkan grup D, merupakan grup khusus yang memotong wire yang memiliki panjang (*length*) yang diinginkan.

Tabel 1.1 Historikal Realisasi Pengiriman Bulanan CV. XYZ (Jan-Sep 2016)

| P/N    | Group | Person | Capacity/Day | Jan-16  | Feb-16  | Mar-16  | Apr-16  | May-16  | Jun-16  | Jul-16 | Aug-16  | Sep-16 | Grand Total |
|--------|-------|--------|--------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|--------|---------|--------|-------------|
| 01H002 | A     | 15     | 1000         | 4,000   | 2,480   | 6,290   | 5,630   | 4,330   | 8,426   |        | 3,297   | 11,588 | 46,041      |
| R1H090 | A     | 15     | 2100         | 4,970   | 900     | 3,430   | 1,040   |         | 990     | 2,020  | 14      |        | 13,364      |
| S1H103 | A     | 15     | 2400         | 45,100  | 43,800  | 36,866  | 49,200  | 46,922  | 38,828  | 21,350 | 31,650  | 34,960 | 348,676     |
| S1H005 | B     | 8      | 1200         |         | 900     | 13,647  | 23,876  |         |         | 3,010  | 7,046   | 6,510  | 54,989      |
| T1H21A | B     | 8      | 60           | 684     |         | 786     |         | 890     | 1,262   | 400    | 120     | 233    | 4,375       |
| T1H40A | B     | 8      | 900          | 1,240   | 988     | 2,200   | 2,318   | 4,844   | 2,345   | 599    | 1,845   | 1,584  | 17,963      |
| T1H40B | B     | 8      | 450          |         | 923     | 2,385   | 2,260   | 4,430   | 2,702   | 508    | 1,934   | 1,753  | 16,895      |
| T1H046 | C     | 16     | 34           |         | 15      | 156     |         | 5       | 52      |        | 42      | 41     | 311         |
| T1H052 | C     | 16     | 200          | 731     | 1,343   | 1,013   | 2,926   | 1,692   | 1,739   | 35     |         | 422    | 9,901       |
| P1H175 | D     | 4      | 14000        | 52,460  |         | 42,125  | 34,575  | 58,450  | 96,900  |        | 11,222  | 90,400 | 386,132     |
| P1H177 | D     | 4      | 14000        | 21,580  |         |         | 30,400  | 18,680  | 20,000  |        | 28,143  | 38,840 | 157,643     |
| T1H072 | D     | 4      | 14000        | 160,340 | 180,460 | 190,500 | 147,950 | 218,100 | 387,100 | 70,000 | 254,800 | 19,600 | 1,628,850   |

Sebagai perusahaan dalam industri perakitan *wiring harness*, CV. XYZ sangat bergantung terhadap ketersediaan Sumber Daya Manusia dalam proses produksinya. Dengan melihat fluktuasi realisasi pengiriman barang seperti terlihat dalam tabel 1.1, menyebabkan terjadinya kerumitan dalam pengelolaan sumber daya yang tersedia, sehingga berpengaruh terhadap waktu efektif kerja karyawan, seperti yang dapat terlihat dalam tabel 1.2

Tabel 1.2 Kebutuhan dan Ketersediaan Hari Kerja CV. XYZ (Jan-Sep 2016)

| Grup | Jan-16 |     | Feb-16 |     | Mar-16 |     | Apr-16 |     | May-16 |     | Jun-16 |     | Jul-16 |     | Aug-16 |     | Sep-16 |     |
|------|--------|-----|--------|-----|--------|-----|--------|-----|--------|-----|--------|-----|--------|-----|--------|-----|--------|-----|
|      | Keb    | Nor | Keb    | Nor | Keb    | Nor | Keb    | Nor | Keb    | Nor | Keb    | Nor | Keb    | Nor | Keb    | Nor | Keb    | Nor |
| A    | 26     | 21  | 23     | 21  | 25     | 23  | 28     | 21  | 25     | 22  | 27     | 22  | 10     | 21  | 19     | 23  | 27     | 22  |
| B    | 14     | 21  | 6      | 21  | 35     | 23  | 29     | 21  | 31     | 22  | 32     | 22  | 13     | 21  | 16     | 23  | 16     | 22  |
| C    | 4      | 21  | 8      | 21  | 11     | 23  | 15     | 21  | 10     | 22  | 11     | 22  | 1      | 21  | 2      | 23  | 5      | 22  |
| D    | 18     | 21  | 13     | 21  | 18     | 23  | 17     | 21  | 23     | 22  | 37     | 22  | 5      | 21  | 23     | 23  | 12     | 22  |

Keterangan:

Keb: Total kebutuhan hari kerja pada periode bulan.

Nor: Ketersediaan hari kerja normal pada periode bulan.

Misalnya pada Bulan Juli 2016, seluruh pengerjaan grup A hanya dapat diselesaikan dalam waktu 10 hari, yang berarti bahwa grup A hanya memiliki waktu efektif 10 hari kerja dari 21 hari kerja normal dalam 1 Bulan, sedangkan 11 hari lainnya mereka libur. Tentu hal ini menyebabkan terjadinya pemborosan sumber daya. Akan tetapi pada bulan-bulan lainnya, grup A mengalami kelebihan jam kerja, sehingga harus berjalan melebihi waktu kerja reguler 21 hari kerja dalam 1 bulan. Yang mengakibatkan tingkat *overtime* (lembur) mengalami peningkatan. Hal ini juga dialami oleh grup lainnya. Dalam mengantisipasi permasalahan diatas, CV. XYZ hanya menggunakan strategi jam lembur (*overtime hour*) untuk memenuhi kekurangan permintaan pada bulan-bulan tertentu, sedangkan untuk bulan yang



kekurangan permintaan, CV. XYZ mencoba mengalokasikan sumber daya untuk membantu grup yang memiliki kelebihan permintaan.

Ketidakseimbangan antara jumlah pesanan dengan ketersediaan sumber daya yang tersedia pada bulan-bulan tertentu menyebabkan perlunya optimasi perencanaan produksi yang bertujuan untuk meningkatkan keuntungan perusahaan, Sehingga perlu dilakukan perencanaan produksi untuk mempertemukan permintaan dan pasokan dengan mengoptimalkan ketersediaan sumber daya yang ada. Penambahan jam kerja (*overtime*), jumlah tenaga kerja (*workforce*) dan persediaan (*inventory*) yang dibutuhkan merupakan fokus dari penelitian ini, dimana kombinasi strategi tersebut akan dibandingkan dengan strategi yang telah dilakukan perusahaan, yang hanya menggunakan strategi penambahan jam kerja (*overtime*). Hal ini ditujukan untuk mengetahui, strategi manakah yang lebih tepat dalam meminimasi biaya produksi dalam CV. XYZ.

Berbagai metode dalam perencanaan produksi telah banyak dikembangkan oleh para peneliti terdahulu. Nam & Longendran (1992) mengelompokkan metode-metode tersebut menjadi 2 kategori yaitu metode optimal dan non-optimal. Dimana metode optimal merupakan metode eksak yang menggunakan solusi matematikal, sedangkan metode non-optimal melakukan pendekatan dengan *judgement solution*. Takey & Mesquita (2006) berpendapat dalam skenario strategi perencanaan produksi, pemrograman model matematik berperan sangat penting dalam menyeimbangkan rantai pasok dalam pengambilan keputusan perencanaan. Sehingga penelitian ini dilakukan dengan pendekatan optimal melalui metode *Mixed Integer Linear Programming*.

Metode *mixed integer linear programming* merupakan metode sederhana yang dapat mencapai tujuan optimal dengan batasan sumber daya yang tersedia. *mixed integer linear programming* adalah sebuah alat deterministik, yang berarti bahwa sebuah parameter model diasumsikan diketahui dengan pasti. Kemungkinan hal ini yang menjadi kelemahan terbesar dalam *mixed integer linear programming*. Dalam dunia industri, seorang manager produksi tidak dapat memastikan secara akurat apa yang akan terjadi di masa mendatang. Selain itu asumsi-asumsi yang dilakukan adalah merupakan asumsi dengan fungsi linear, dimana dalam dunia

industri tidak ada bukti yang menunjukkan bahwa biaya produksi industri merupakan suatu fungsi linear (Buxey, 2005).

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan gambaran bagaimana suatu perencanaan produksi dapat dilakukan dalam mempertemukan permintaan pelanggan dengan pasokan perusahaan dengan meminimumkan total biaya produksi, serta menentukan kondisi yang optimum dalam menyelesaikan permasalahan yang dihadapi oleh CV. XYZ pada perencanaan produksinya.

## **1.2 Perumusan Masalah**

Ketidakseimbangan antara jumlah pesanan dengan ketersediaan sumber daya yang tersedia pada bulan-bulan tertentu menyebabkan perlunya optimasi perencanaan produksi yang bertujuan untuk meminimalkan biaya produksi perakitan *wiring harness* CV. XYZ, Sehingga perlu dilakukan perencanaan produksi untuk mempertemukan permintaan dan pasokan dengan mengoptimalkan ketersediaan sumber daya yang ada.

## **1.3 Tujuan Penelitian**

Penelitian perencanaan produksi agregat menggunakan metode *mixed integer linear programming* di CV. XYZ ini dilakukan atas dasar beberapa tujuan yang ingin dicapai, yaitu :

1. Membuat perencanaan produksi yang optimum pada CV. XYZ sehingga dapat meminimalkan biaya produksi perakitan *wiring harness* dalam kurun waktu perencanaan.
2. Menentukan jumlah karyawan yang dibutuhkan untuk mengantisipasi keterbatasan kapasitas produksi terhadap permintaan pelanggan.
3. Menentukan jumlah jam lembur (*overtime hour*) yang optimum untuk meminimalkan biaya beban kerja.
4. Menentukan jumlah persediaan yang disimpan selama periode perencanaan dalam meminimalkan biaya produksi.

## **1.4 Manfaat Penelitian**

Adapun beberapa manfaat yang diperoleh dalam penelitian ini, adalah sebagai berikut:

1. Memberikan gambaran pentingnya perencanaan produksi agregat dalam meminimalkan biaya produksi perakitan *wiring harness* pada perusahaan CV. XYZ.
2. Memberikan sebuah rekomendasi tentang strategi yang optimum dalam perencanaan produksi agregat kepada pihak CV. XYZ. Apakah diperlukan penambahan jumlah karyawan atau memaksimalkan jumlah jam lembur karyawan, sehingga dapat meminimalkan biaya produksi di CV. XYZ.

### **1.5 Batasan Masalah Dalam Penelitian**

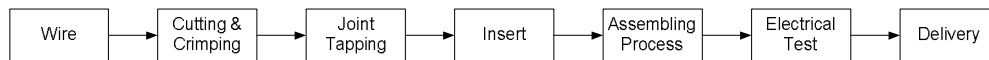
1. Penelitian ini dilakukan di CV. XYZ yang berlokasi di Cikarang – Bekasi, Jawa Barat.
2. Perencanaan produksi agregat dilakukan untuk periode 12 Bulan (Oktober 2016 – September 2017).
3. Data produksi *wiring harness* yang diambil berdasarkan permintaan konsumen berdasarkan historis dari Januari – September 2016.
4. Selang waktu perencanaan adalah bulanan.

## BAB 2

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Proses Perakitan *Wiring harness*

*Wiring harness* merupakan suatu komponen dalam pendistribusian arus listrik dan sinyal pada kendaraan otomotif. Kerumitan dari perakitan *Wiring harness* tergantung dari jumlah kabel dan komponen yang dibutuhkan dalam proses perakitannya. Setiap proses perakitan *wiring harness* memiliki variasi tambahan-tambahan proses tergantung dari jenis komponen yang digunakan. Secara umum, proses perakitan *Wiring harness* adalah sebagai berikut:



Gambar 2.1 Proses Perakitan *Wiring Harness*

##### 1. *Cutting dan Crimping*

Bagian pertama dalam proses perakitan *wiring harness* adalah persiapan sirkuit. Sirkuit adalah potongan kabel yang memiliki kebutuhan panjang tertentu dan memiliki terminal diantara satu atau kedua ujungnya. Tipe peralatan yang digunakan dalam tahap *Cutting & Crimping* ini adalah Mesin *Auto Cutting*. Jenis mesin ini merupakan mesin berteknologi tinggi yang dioperasikan melalui komputer. Pengaturan pemotongan dengan panjang kabel yang dibutuhkan diatur melalui kontrol yang berada di komputer.

Pada proses ini, Kabel yang akan dipotong ditarik melalui sistem mesin *Automatic* dan akan dipotong sesuai dengan panjang yang dibutuhkan, sehingga akan terbentuk potongan isolasi kabel dengan panjang pendek di kedua ujung rangkaian kabel. Setelah terpotong, kabel akan masuk kedalam *die applicator station*. Dalam proses ini, kedua ujung rangkaian kabel akan ditekan dengan tekanan tertentu untuk membentuk suatu terminal. Sampai pada tahap ini, sirkuit telah terbentuk dan telah siap untuk dilanjutkan pada proses berikutnya yaitu *Joint Tapping*.

### 1. Proses Joint Tapping

Setelah sirkuit-sirkuit kabel telah terbentuk, sirkuit tersebut digabungkan dengan sirkuit lain yang memiliki fungsi tertentu. Dan dilakukan isolasi menggunakan isolasi tape atau menggunakan pipa shrinking. Penggunaan isolasi ini bertujuan untuk mengeliminasi panas.

### 2. Proses *Insert*

Insert merupakan proses perakitan sementara. Dalam proses insert ini, dilakukan penambahan komponen konektor atau terminal yang bertujuan untuk menyesuaikan wiring harness dengan bentuk sambungan atau frame yang ada di kendaraan otomotif.

### 3. Proses *Assembling*

Proses *Assembling* merupakan proses utama dalam perakitan *wiring harness*. Proses ini dilakukan oleh operator yang merakit beberapa sirkuit dengan tujuan untuk meningkatkan sistem otomatisasi pada kendaraan.

### 4. Testing

Untuk memastikan wiring harness tersebut sesuai dengan fungsi yang diinginkan maka dilakukan beberapa tahapan test, yaitu *electrical testing* yang dilakukan untuk menguji apakah ada sirkuit yang tidak berfungsi dengan baik dan *visual inspection* yang dilakukan untuk melihat apakah ada sambungan atau isolasi yang cacat untuk menghindari terjadinya hubungan arus pendek ketika dipasang pada kendaraan otomotif.

## 2.2 Perencanaan Produksi Agregat

Perencanaan produksi agregat adalah sebuah proses perencanaan yang dibentuk dengan memanfaatkan semaksimal mungkin sumber daya yang tersedia untuk memenuhi permintaan pelanggan. Dalam perencanaan agregat ditetapkan tingkat persediaan yang optimal, mempersingkat waktu pengiriman barang, dan penstabilan laju produksi serta membantu *Top Management* dalam menjalankan bisnis perusahaan. Perencanaan produksi agregat di desain untuk membantu perusahaan dalam menyeimbangkan pertemuan antara permintaan dan pasokan barang terhadap pelanggan (Chase, et al., 2006).

Perencanaan Agregat merupakan sebuah alat untuk mengidentifikasi parameter – parameter operasional dalam kurun waktu tertentu sebagai berikut :

- Tingkat produksi merupakan jumlah dari tiap-tiap dalam satuan waktu (seperti per hari, per minggu, per bulan)
- Jumlah tenaga kerja optimum yang dibutuhkan, disesuaikan dengan permintaan pelanggan terhadap kapasitas produksi.
- Jam lembur merupakan jam kerja tambahan diluar jam kerja reguler dalam melakukan produksi.
- Sub-kontrak adalah penggunaan pihak ketiga dalam meningkatkan kapasitas produksi.
- *Backlog* merupakan permintaan yang tidak dapat terpenuhi dalam periode waktu tertentu, namun diikuti dalam perencanaan produksi periode berikutnya.
- Persediaan merupakan tingkat persediaan yang akan digunakan untuk memenuhi permintaan pada periode berikutnya.

Chase, et al. (2006) menuliskan bahwa Perencanaan produksi agregat berhubungan dengan penetapan laju produksi melalui kelompok – kelompok produk atau komponen lainnya untuk perencanaan jangka waktu menengah (3 – 18 Bulan). Tujuan utama dari perencanaan agregat adalah menentukan kondisi optimal antara laju produksi, jumlah kebutuhan tenaga kerja, dan jumlah persediaan. Laju produksi merujuk kepada jumlah unit produk yang telah selesai di produksi persatuan unit dalam waktu tertentu (per jam atau per hari). Jumlah tenaga kerja adalah jumlah tenaga kerja yang dibutuhkan untuk melakukan produksi ( $\text{produksi} = \text{laju produksi} \times \text{jumlah tenaga kerja}$ ). Jumlah persediaan adalah jumlah produk yang disimpan, yang tidak ikut terjual dalam kurun waktu penjualan sebelumnya.

Dengan definisi yang lebih luas perencanaan agregat mempunyai karakteristik sebagai berikut:

1. Jangka waktu perencanaan adalah waktu menengah 3 – 18 Bulan dengan penyesuaian setiap bulan
2. *Demand* atau permintaan pelanggan selalu berfluktuasi, tidak pasti dan terkadang memiliki karakteristik musiman.
3. Kemungkinan akan terjadi perubahan antara permintaan pelanggan dengan pasokan perusahaan.

4. Mempengaruhi keputusan manajemen yang meliputi tingkat produksi, persediaan, kebutuhan tenaga kerja, biaya, fleksibilitas dan pelayanan terhadap pelanggan.

Terdapat berbagai strategi-strategi yang dapat dilakukan perusahaan dalam perencanaan produksi agregat. Buxey (2005) mengelompokan strategi-strategi yang dilakukan perusahaan produk-produk tertentu dalam perencanaan produksi agregat mereka:

1. *Chase strategy* dimana permintaan itu disesuaikan dengan pengaturan pada laju produksi, tenaga kerja maupun subkontrak terhadap pihak ketiga. Buxey (2005) berpendapat penggunaan *chase strategy* sangat cocok diterapkan untuk produk yang bernilai tinggi, *perishable*, sulit disimpan sebagai persediaan dan produk tersebut mempunyai variasi yang sangat banyak.
2. *Modified chase* dilakukan sebagai alternatif *chase strategy* dimana ketika keterbatasan sumber daya menjadi penghambat tingkat produksi dalam menghadapi permintaan pasar. Dalam *modified chase strategy* perusahaan melakukan beberapa penimbunan persediaan varian produk yang paling banyak permintaan, dan mengabaikan produk-produk yang dianggap memiliki permintaan rendah.
3. *Level strategy* dimana kapasitas produksi setiap periode tetap. Strategi ini disebut memupuk persediaan untuk mengantisipasi kenaikan ketika periode permintaan sedang tinggi. Buxey (2005) berpendapat perusahaan menggunakan strategi ini dikarenakan karyawan membutuhkan waktu yang lama untuk dapat menjadi ahli dalam bidangnya.
4. *Demand management strategy* dimana strategi ini adalah cara yang diterapkan perusahaan untuk meluncurkan berbagai produk pelengkap ketika perusahaan sedang dalam masa *off season*.
5. *Labor management* adalah suatu langkah keputusan manajemen perusahaan dalam menghindari resiko atas penggunaan karyawan tetap. Akan lebih bermanfaat menggunakan tenaga kerja sementara sebagai karyawan mereka, tetapi strategi ini tergantung dari sifat bisnis perusahaan, pelatihan kerja yang diberikan dan tingkat produksi yang diinginkan.

Buxey (2005) berpendapat bahwa mayoritas industri melakukan *chase strategy* dalam mempertemukan permintaan dan pasokan. Dengan menggunakan strategi ini, persediaan akan sedikit sehingga biaya penanganan persediaan menjadi rendah, tetapi mengakibatkan biaya tenaga kerja menjadi lebih tinggi. Liu & Tu (2008) menjelaskan bahwa meningkatkan level persediaan dapat mempertemukan permintaan pelanggan dan menghindari kehilangan penjualan. Akan tetapi hal tersebut dapat menyebabkan biaya penyimpanan dapat meningkat. Begitu pula sebaliknya, jika perusahaan tidak memiliki atau kekurangan persediaan, akan menyebabkan pelayanan terhadap pelanggan menjadi tidak maksimal. Oleh karena itu diperlukan perencanaan produksi yang optimum dalam mempertemukan permintaan dan pasokan pelanggan.

Perencanaan produksi agregat menetapkan sebuah rencana dengan tujuan menurunkan biaya total produksi atau meningkatkan laba perusahaan. Strategi – strategi perencanaan agregat dapat dikombinasikan guna mencari kondisi optimum dalam perencanaan produksi. Dalam melakukan penyusunan perencanaan agregat, pertama-tama perlu dilakukan proses peramalan kapasitas produksi sebagai dasar perencanaan produksi, sehingga diperlukan metode peramalan yang paling sesuai dengan fluktuasi dari permintaan pelanggan. Setelah dasar perencanaan produksi telah diramalkan, kemudian dilakukan penyesuaian strategi yang tepat dalam mempertemukan pasokan perusahaan dan permintaan pelanggan (Kumar & Suresh, 2008).

Tabel 2.1 Klasifikasi Metode Perencanaan Produksi Agregat

| <b>Optimal</b>      | <b>Near Optimal</b>            |
|---------------------|--------------------------------|
| Linear              | Search Decision Rule           |
| Lot Size Model      | Production Switching Heuristic |
| Goal Programming    | Management Coefficient Model   |
| Others (analytical) | Simulation Model               |

Sumber: Diadaptasi dari Aggregate Production Planning – A Survey of Models and Methodologies (Nam & Longendran, 1992).

Terdapat 2 metode yang dapat menyelesaikan permasalahan perencanaan produksi agregat, yaitu metode optimal dan metode non optimal (Nam &



Longendran, 1992). Metoda optimal merupakan metoda penyelesaian perencanaan produksi eksak menggunakan program matematik, sedangkan metoda non optimal merupakan metode penyelesaian penyelesaian produksi, berdasarkan *judgement* ekspert maupun top manajemen perusahaan.

### **2.2.1 Metode *Mixed Integer Linear Programming***

*Mixed Integer Linear Programming* merupakan perpanjangan dari *Linear Programming*, dimana dalam *Mixed Integer Linear Programming* terdapat gabungan dari variabel yang bernilai bilangan real, bilangan bulat maupun bilangan biner. Secara umum *Mixed Integer Linear Programming* (MILP) merupakan teknik yang secara luas telah banyak diadopsi oleh seluruh perusahaan dalam perencanaan produksi agregat. *Mixed Integer Linear programming* membutuhkan beberapa asumsi untuk dapat menyelesaikan perencanaan produksi agregat. *Mixed Integer Linear programming* mempunyai ciri sebagai berikut:

1. Permintaan pelanggan adalah hal deterministik.
2. Biaya produksi pada setiap perencanaan diasumsikan tetap.
3. Biaya yang timbul akibat dari perubahan laju produksi pada setiap periode, juga diasumsikan tetap.
4. Tingkat persediaan dapat dibatasi selama periode perencanaan.
5. Biaya persediaan dapat divariasikan selama periode perencanaan.
6. Setiap satu fasilitas produksi, hanya melayani satu pasar. Tetapi seiring dengan meningkatnya kompleksitas persaingan bisnis, hal ini coba dikembangkan oleh Al-e-hashem et al. (2011) yang mengembangkan *stochastic* model diintegrasikan dengan *linear programming* dalam perencanaan produksi agregat untuk produk yang memiliki karakteristik multi produk yang memiliki pengerjaan di berbagai tempat.
7. Backorders mungkin dapat dimasukkan kedalam perencanaan, tetapi biasanya tidak dapat dilakukan. Persaingan yang sangat kompetitif mengharuskan perusahaan melakukan efisiensi operasi mereka dengan pengalokasian sumber daya yang terbatas. Keterbatasan produksi perusahaan, diikuti fluktuatifnya permintaan pada bulan-bulan tertentu membuat Liu & Tu (2008) mengembangkan strategi *stockout* model untuk menyeimbangkan permintaan

dan pasokan pelanggan dengan keterbatasan ketersediaan diintegrasikan dengan model algoritma *polynomial time complexity*.

Kelemahan metode *mixed integer linear programming* adalah diasumsikan bahwa permintaan pelanggan bersifat deterministik. Didalam industri, tidak ada seseorang pun yang mampu mengetahui kejadian di masa depan secara mutlak. Selain itu asumsi bahwa biaya produksi selama periode perencanaan diasumsikan tetap. Meskipun tidak ada jaminan bahwa biaya tersebut tidak mengalami perubahan pada periode perencanaan. Oleh karena itu, perlu dilakukan evaluasi terhadap komponen biaya yang terkait selang akhir satu periode perencanaan.

### **2.2.2 Metode Lot Size**

Metode ini biasanya digunakan untuk industri yang memiliki produksi secara *batch* namun dilakukan secara terus menerus. Isu yang paling diangkat dari metode ini adalah biaya *setup* produksi, dimana setiap produk saling dikompetisikan untuk meminimasi biaya *setup* awal. Keuntungan dari penggunaan metode ini adalah dapat membuat penjadwalan produksi pada produk-produk yang tidak dapat digabungkan kedalam suatu perencanaan produksi. Namun diperlukan informasi yang sangat rinci, selain itu hanya mampu menjadwalkan jumlah produk yang memiliki variasi sedikit.

### **2.2.3 Metode Goal Programming**

Salah satu pendekatan lain dalam perencanaan produksi agregat adalah metode *Goal Programming*. Metode ini mencoba untuk membantu perusahaan dalam menyelesaikan perencanaan produksi yang memiliki banyak tujuan dan sasaran yang ingin dicapai. Jumlah produk yang harus diproduksi, minimasi persediaan, maksimasi keuntungan dan pemanfaatan tenaga kerja biasanya merupakan sasaran yang hendak dicapai oleh perusahaan dalam perencanaan produksi mereka. *Goal programming* merupakan metode perpanjangan dari *linear programming*, dimana dalam goal programming setiap tujuan yang ingin dicapai diberikan bobot prioritas untuk ditentukan tujuan mana yang paling ingin dicapai. Sama seperti *linear programming*, kekurangan metode ini adalah diasumsikan bahwa permintaan pelanggan bersifat deterministik. Didalam industri, tidak ada seseorang pun yang mampu mengetahui kejadian di masa depan secara mutlak.

Selain itu asumsi bahwa biaya produksi selama periode perencanaan diasumsikan tetap. Meskipun tidak ada jaminan bahwa biaya tersebut tidak mengalami perubahan pada periode perencanaan. Oleh karena itu, perlu dilakukan evaluasi terhadap komponen biaya yang terkait selang akhir satu periode perencanaan.

#### **2.2.4 Metode Near-Optimal**

Keterbatasan data pendukung dalam perencanaan produksi agregat mendorong beberapa peneliti membuat model perencanaan dengan tidak menggunakan program matematik. Metode *near optimal* dilakukan berdasarkan *judgement* atau pandangan dari manajemen puncak maupun pihak yang dianggap ahli untuk membuat suatu perencanaan. Beberapa metode ini diantaranya adalah *Search Decision Rule (SDR)*, *Production Switching Heuristics (PSH)*, dan *Management Coefficient Model*.

### **2.3 Variabel Keputusan dan Biaya dalam Perencanaan produksi Agregat**

Takey & Mesquita (2006) menjelaskan bahwa dalam skenario strategi perencanaan produksi agregat, model matematik program berperan sangat penting dalam menyeimbangkan rantai pasok sekaligus dalam pengambilan keputusan perencanaan produksi. Metode *mixed integer linear programming* merupakan metode yang sangat cocok untuk membuat suatu perencanaan produksi agregat yang memiliki satu tujuan yang ingin dicapai yaitu minimasi total biaya produksi, atau maksimasi keuntungan perusahaan. Dalam *mixed integer linear programming* membutuhkan beberapa variabel keputusan yang ingin diketahui untuk mendapatkan suatu tujuan dari permodelan. Persediaan, *Backorder & Stockout*, Perekrutan dan Pengurangan tenaga kerja, Penggunaan jam lembur, *Outsource*, dan *Idleness* merupakan variabel-variabel keputusan yang selalu diikuti oleh biaya-biaya sebagai *input* dalam suatu perencanaan produksi agregat.

#### **2.3.1 Variabel Persediaan**

Persediaan merupakan seberapa besar tingkat persediaan produk yang ingin diketahui pada setiap periode perencanaan. Biaya yang mengikuti Variabel persediaan adalah biaya gudang dan biaya kapital.

1. Biaya gudang

Biaya yang digunakan oleh perusahaan dalam mengontrol barang tersebut selama disimpan didalam gudang. Dalam hal ini yang termasuk biaya gudang adalah biaya penanganan barang, biaya tenaga kerja, termasuk resiko biaya kerusakan barang selama barang tersebut disimpan (Azzi, et al., 2014).

2. Capital Cost

Adalah biaya yang timbul akibat modal yang tidak bergerak. Semakin banyak persediaan yang disimpan, semakin banyak pula modal yang tidak mampu digunakan oleh perusahaan akibat tersimpan oleh perusahaan itu sendiri.

### **2.3.2 Variabel *Backorder* & *Stockout***

Secara umum *Backorder* dan *Stockout* hampir memiliki pengertian yang sama. Dimana *Backorder* adalah ketidakmampuan perusahaan untuk memenuhi order atau pesanan yang telah dipesan sebelumnya. Sedangkan *Stockout* adalah tidak adanya persediaan barang pada saat pesanan datang, dimana pelanggan tidak mau menunggu waktu untuk perusahaan menghadirkan barang yang dipesan oleh pelanggan. biaya yang timbul adalah biaya pinalti untuk *backorder* dan biaya kehilangan kesempatan penjualan untuk variabel *stockout*.

### **2.3.3 Variabel Perekrutan dan Pengurangan Jumlah Tenaga Kerja**

Variabel ini merupakan seberapa besar jumlah tenaga kerja yang optimum yang dibutuhkan selama selang waktu perencanaan. Dimana terdapat 2 variabel yaitu perekrutan dan pengurangan jumlah tenaga kerja yang masing-masing memiliki biaya dalam perencanaannya.

1. Biaya dalam Perekrutan Tenaga Kerja

Yang termasuk dalam biaya perekrutan tenaga kerja adalah biaya seleksi dan biaya training yang perlu diperhatikan saat merekrut tenaga kerja baru.

2. Biaya dalam Pengurangan Tenaga Kerja

Biaya yang timbul akibat dari pengurangan tenaga kerja adalah biaya pemutusan hubungan kerja sama dengan karyawan, bahkan akan berdampak negatif terhadap *image* perusahaan (Takey & Mesquita, 2006).

#### 2.3.4 Variabel Jam Kerja Lembur

Jam kerja lembur adalah jam kerja tambahan diluar jam kerja normal. Biaya yang timbul adalah biaya jam kerja lembur tenaga kerja

#### 2.3.5 Variabel Penggunaan Tenaga *Outsource* (Sub-Kontrak)

Variabel *Outsource* adalah pemberian kerja terhadap pihak ketiga dalam membantu produksi perusahaan. biaya yang timbul dari penggunaan *Outsource* ini adalah biaya produksi yang dibebankan dari pihak *Outsource* tersebut, maupun biaya pengontrolan terhadap produk yang diproduksi oleh pihak *Outsource*.

#### 2.4 Model Perencanaan Produksi Agregat

Model persamaan perencanaan produksi agregat Takey & Mesquita, (2006) memiliki variasi skenario *overtime hour*, *workforce*, sub-kontrak dan persediaan. Dalam model ini, selain penambahan waktu kerja lembur, penambahan dan pengurangan tenaga kerja diijinkan selama waktu perencanaan kehilangan penjualan atau *backorder* diijinkan juga dalam model ini. Formulasi model ini adalah:

##### Indeks

- I : Jenis produk
- J : Jalur produksi
- K : Periode (Bulan)

##### Parameter

- $r_i$  : Keuntungan bersih penjualan produk i
- $d_{it}$  : Jumlah permintaan produk i selama periode t
- $SS_{it}$  : *Safety stock* produk i selama periode t
- $m_i$  : Biaya material untuk tiap jenis produk i
- $s_i$  : Biaya sub-kontrak tiap jenis produk i
- $e_i$  : Biaya penyimpanan untuk setiap jenis produk i selama 1 bulan
- $w$  : Biaya per jam tenaga kerja waktu normal
- $w'$  : Biaya per jam tenaga kerja waktu lembur
- $h$  : Biaya perekrutan tenaga kerja

- $f$  : Biaya pengurangan tenaga kerja  
 $p_j$  : Biaya variabel untuk line j (tidak termasuk biaya tenaga kerja)  
 $c_{jt}$  : Kapasitas produksi normal pada line j selama periode t  
 $cex_{jt}$  : Penambahan kapasitas produksi yang dibutuhkan line j selama periode t  
 $c'_{it}$  : Ketersediaan kapasitas produksi dengan subkontrak selama periode t  
 $a_{ij}$  : Waktu kerja yang dibutuhkan untuk produk i selama periode t  
 $b_j$  : Jumlah tenaga kerja yang dibutuhkan pada line j

#### Variabel Keputusan

- $S_{it}$  : Jumlah produk i yang dijual selama periode t  
 $X_{ijt}$  : Jumlah produksi i pada line j selama periode t dengan waktu kerja reguler  
 $X_{it}$  : Jumlah total produksi i selama periode t dengan waktu kerja reguler  
 $Y_{ijt}$  : Jumlah produksi i pada line j selama periode t dengan waktu kerja lembur  
 $Y_{it}$  : Jumlah total produksi i selama periode t dengan waktu kerja reguler  
 $X'_{it}$  : Jumlah produk i yang di sub-kontrakan selama periode t  
 $I_{it}$  : Jumlah persediaan produk i pada akhir bulan t  
 $N_{jt}$  : Jumlah jam tenaga kerja waktu normal line j selama periode t  
 $O_{jt}$  : Jumlah jam tenaga kerja waktu lembur line j selama periode t  
 $W_t$  : Jumlah tenaga kerja yang dibutuhkan selama periode t  
 $H_t$  : Jumlah tenaga kerja yang direkrut pada periode t  
 $F_t$  : Jumlah tenaga kerja yang dikurangi pada periode t  
 $A_{jt}$  : Indikasi jika line j dibuka atau ditutup selama periode t waktu normal  
 $A'_{jt}$  : Indikasi jika line j dibuka atau ditutup selama periode t waktu lembur

#### Model Persamaan

$$\begin{aligned}
 maks\ z = & \sum_{i=1}^m \sum_{t=1}^T r_i \cdot S_{jt} - \sum_{i=1}^m \sum_{t=1}^T m_i \cdot (X_{it} + Y_{it}) - \sum_{i=1}^m \sum_{t=1}^T s_i \cdot X'_{it} \\
 & - \sum_{i=1}^m \sum_{t=1}^T e_i \cdot I_{it} - \sum_{t=1}^T w \cdot W_t - \sum_{t=1}^T (h \cdot H_t + f \cdot F_t) \quad (2.1) \\
 & - \sum_{j=1}^n \sum_{t=1}^T w' \cdot b_j \cdot O_{jt} - \sum_{j=1}^n \sum_{t=1}^T (N_{jt} + O_{jt}) \cdot p_j
 \end{aligned}$$

Subject to

$$S_{it} \leq d_{it} \quad \forall i, t \quad (2.2)$$

$$X_{it} = \sum_{j=1}^n X_{ijt} \quad \forall i, j, t \quad (2.3)$$

$$Y_{it} = \sum_{j=1}^n Y_{ijt} \quad \forall i, j, t \quad (2.4)$$

$$I_{it} = I_{it-1} + X_{it} + Y_{it} + X'_{it} - S_{it} \quad \forall i, t \quad (2.5)$$

$$I_{it} \geq ss_{it} \quad \forall i, t \quad (2.6)$$

$$N_{jt} = \sum_{i=1}^m a_{ij} \cdot X_{ijt} \quad \forall i, j, t \quad (2.7)$$

$$O_{jt} = \sum_{i=1}^m a_{ij} \cdot Y_{ijt} \quad \forall i, j, t \quad (2.8)$$

$$N_{jt} \leq c_{jt} \cdot A_{jt} \quad \forall j, t \quad (2.9)$$

$$O_{jt} \leq cex_{jt} \cdot A'_{jt} \quad \forall j, t \quad (2.10)$$

$$X'_{it} \leq c'_{it} \quad \forall i, t \quad (2.11)$$

$$\sum_{j=1}^n A_{jt} \cdot 3 \cdot b_j \leq W \quad \forall j, t \quad (2.12)$$

$$W_t = W_{t-1} + H_t - F_t \quad \forall t \quad (2.13)$$

$$A_{jt}, A'_{jt} \text{ binary} \quad \forall j, t \quad (2.14)$$

$$W_t, H_t, F_t \text{ integer non negatives} \quad \forall t \quad (2.15)$$

$$S_{it}, X_{it}, X_{ijt}, Y_{it}, Y_{ijt}, X'_{it}, I_{it}, N_{jt}, O_{jt} \text{ non negatives} \quad \forall i, j, t \quad (2.16)$$

Definisi Batasan-batasan:

- Persamaan 2.2 menjelaskan bahwa jumlah penjualan tiap jenis produk tidak boleh melebihi ramalan permintaan.
- Persamaan 2.3 menjelaskan bahwa jumlah produksi di setiap lajur produksi pada waktu kerja reguler.
- Persamaan 2.4 menjelaskan bahwa jumlah produksi di setiap lajur produksi pada waktu kerja lembur.

- Persamaan 2.5 menjelaskan bahwa persamaan batasan tingkat persediaan disesuaikan dengan persediaan pada bulan sebelumnya ditambah dengan produksi pada waktu kerja reguler dan lembur ditambah backorder, dikurangi jumlah unit produk yang dijual.
- Persamaan 2.6 menjelaskan persamaan batasan tingkat persediaan tidak boleh dibawah *safety stock*.
- Persamaan 2.7 menjelaskan persamaan jumlah produksi waktu kerja reguler.
- Persamaan 2.8 menjelaskan persamaan jumlah produksi waktu kerja lembur.
- Persamaan 2.9 menjelaskan kebutuhan produksi waktu kerja reguler.
- Persamaan 2.10 menjelaskan kebutuhan produksi waktu kerja lembur.
- Persamaan 2.11 menjelaskan bahwa jumlah unit produk yang di sub-kontrakan tidak boleh melebihi ketersediaan kapasitas sub-kontrak pada periode tersebut.
- Persamaan 2.12 menjelaskan keseimbangan jumlah karyawan yang dibutuhkan di setiap jalur produksi. Persamaan dikali tiga, karena perusahaan terdiri dari 3 shift dalam proses produksinya.
- Persamaan 2.13 menjelaskan keseimbangan jumlah total karyawan yang dibutuhkan.
- Persamaan 2.14 merupakan indikasi binary programming, dimana apakah jalur produksi tersebut dibuka atau ditutup selama waktu perencanaan.
- Persamaan 2.15 merupakan indikasi bahwa selama waktu perencanaan jumlah tenaga kerja yang direkrut atau dikurangi merupakan nilai bilangan bulat non-negatif.
- Persamaan 2.16 menjelaskan bahwa jumlah produk yang dijual, jumlah produk yang diproduksi, tingkat persediaan, tidak boleh bernilai negatif.

## **2.5 Penelitian Terdahulu**

Dalam melakukan penelitian diperlukan suatu landasan teori yang dipergunakan untuk mendukung teori yang diajukan. Landasan yang dapat digunakan sebagai acuan adalah dengan menggunakan penelitian terdahulu. Berikut adalah beberapa penelitian terdahulu yang dipandang relevan dan dapat dijadikan pendukung dalam penelitian ini :



1. **Muhadi Eko Prayitno., 2002. *Perencanaan Produksi Agregat dengan Metode Program Linear di CV Sinar Baja Elektrik*, Tesis Magister., Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.**

Penelitian ini memiliki fungsi tujuan minimasi total biaya produksi yang dilakukan di CV. Sinar Baja Elektrik. Strategi penggunaan tenaga kerja divariasikan dalam perencanaan agregat tersebut dengan menggunakan metode *linear programming* untuk menentukan jumlah produk yang akan diproduksi dengan total biaya produksi minimum yang akan dijadikan sebagai acuan dalam perencanaan produksi CV. Sinar Baja Elektrik.

2. **Didik Mukti Ali Hidayat., 2004. *Perencanaan Produksi Agregat di PT. Putri Gelora Jasa*, Tesis Magister., Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.**

Penelitian perencanaan produksi agregat juga pernah dilakukan di PT. Putri Gelora Jasa. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk meminimumkan total biaya produksi perusahaan. Strategi yang digunakan dalam perencanaan produksi agregat ini adalah strategi jam kerja karyawan dan variasi tingkat persediaan yang diselesaikan dengan metode *linear programming*.

3. **Takey, F. M. & Mesquita, M. A., 2006. *Aggregate Planning for a Large Food Manufacturer with High Seasonal Demand. Brazilian Journal of Operations & Production Management*, Volume 3, hal. 05-20.**

Penelitian ini dilakukan pada industri makanan terbesar di Brazil. Dimana perusahaan ini mempunyai permintaan pelanggan yang sangat fluktuatif. Buruknya pengelolaan persediaan menjadi dasar dilakukannya penelitian ini. Strategi-strategi perencanaan agregat yang digunakan adalah variasi penggunaan tenaga kerja, jumlah jam kerja, tingkat persediaan serta penggunaan sub-kontrak atau tenaga pihak ketiga dalam membantu perencanaan produksi perusahaan. Metode yang digunakan *Integer Programming* dengan hasil dari penelitian ini adalah jumlah persediaan menjadi minimum tetapi dapat memaksimumkan permintaan pelanggan.

4. **Liu, X. & Tu, Y., 2008. *Production Planning with limited inventory capacity and allowed stockout. International Journal of Production Economics*, Volume 111, hal. 180-191.**

Penelitian ini didasarkan atas permintaan pelanggan yang sangat bervariasi, sehingga terkadang perusahaan mengalami kehilangan kesempatan penjualan atau yang biasa disebut sebagai *stockout*. Penelitian ini berhasil mengembangkan perencanaan produksi agregat dengan skenario tambahan yaitu dengan mengijinkan terjadinya *stockout* yang dialami perusahaan, yang dikombinasikan dengan variasi tingkat persediaan sehingga diperoleh total biaya produksi minimum.

5. **Leung, S. C. & Chan, S. S., 2009. A Goal Programming Model for Aggregate Production Planning with Resource Utilization Constraint. *Computers & Industrial Engineering*, Volume 56, hal. 1053-1064.**

Dalam penelitian ini, perencanaan produksi agregat dilakukan dengan batasan-batasan operasional termasuk diantaranya kapasitas produksi, jumlah tenaga kerja, lokasi pabrik, utilisasi mesin, kapasitas gudang penyimpanan serta batasan sumber daya lainnya. Amerika Utara terdapat 3 pabrik perusahaan, dan satu berada di Cina. Metode *goal programming* dikembangkan untuk memaksimalkan keuntungan perusahaan, meminimasi biaya komplain pelanggan serta memaksimalkan utilisasi penggunaan mesin yang berlokasi di Pabrik Cina. Hasil penelitian ini mengilustrasikan fleksibilitas model yang diajukan dengan mengatur tujuan-tujuan yang ingin dicapai.

6. **Aghezzaf, E.-H., Sitompul, C. & den.Bröeck, F. V., 2011. A Robust Hierarchical Production Planning for a Capacitated two-stage Production System. *Computers & Industrial Engineering*, Volume 60, hal. 361-372.**

Penelitian ini dilakukan dalam suatu perusahaan yang memiliki 2 tahap produksi. Dimana tahap pertama merupakan semi finish produk yang memiliki permintaan relatif stabil, dan tahap produksi kedua merupakan finish produk yang memiliki permintaan sangat fluktuatif. Biaya start up mesin di tahap pertama sangat tinggi, dibandingkan dengan start up mesin yang berada di tahap kedua. Model penelitian ini menambahkan variabel setup mesin dalam perencanaan produksi agregat nya yang diselesaikan dengan metode linear programming.

7. **Gansterer, M., 2015. Aggregate planning and forecasting in make-to-order production systems. *Int. J. Production Economics*, hal. 521-528.**

Penelitian ini mengembangkan perencanaan produksi agregat dalam meningkatkan tingkat pelayanan terhadap pelanggan yang terjadi pada industri *make to order*. Tingkat *safety stock* menjadi fokus utama penelitian ini, dimana strategi tingkat persediaan divariasikan guna memenuhi tingkat pelayanan yang diijinkan. Peramalan permintaan menjadi dasar penentuan tingkat pelayanan. Penelitian ini menghasilkan eksperimen bahwa dengan mengatur kemampuan kapasitas persediaan pada level minimum, mengakibatkan perusahaan menjadi kurang menguntungkan.

8. **Simamora, D.F., 2016. *Optimasi Model Mixed Integer Linear Programming pada Perencanaan Produksi Perakitan Wiring Harness CV. XYZ Cikarang, Tesis Magister., Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.***

Penelitian ini dilakukan pada perusahaan jasa perakitan kabel otomotif (*wiring harness*), dimana permintaan sangat dipengaruhi oleh pelanggan. Penelitian ini memformulasikan model untuk produk yang memiliki waktu unit proses dan kebutuhan karyawan yang berbeda untuk setiap produknya, dan juga variabel persediaan yang dibatasi oleh keterbatasan ruang penyimpanan. Dimana setiap kemasan, memiliki jumlah produk yang berbeda dalam setiap kemasannya.

Tabel 2.2 Penelitian Terdahulu

| No | Penulis<br>(Tahun)                         | Metode |    |    |        | Variabel |          |           |           |             |             |             |          |              | Fungsi<br>Tujuan                      |
|----|--|--------|----|----|--------|----------|----------|-----------|-----------|-------------|-------------|-------------|----------|--------------|---------------------------------------|
|    |  | LP     | IP | GP | Robust | Karyawan | Overtime | Inventory | Backorder | Sub kontrak | Setup<br>MC | MC<br>Util. | Komplain | Transportasi |                                       |
| 1  | M. Muhadi<br>Eko Prayitno<br>(2002)        | √      |    |    |        | √        |          |           |           |             |             |             |          |              | Minimasi<br>Total Biaya<br>Produksi   |
| 2  | Didik Mukti<br>Ali Hidayat<br>(2004)       | √      |    |    |        |          | √        | √         |           |             |             |             |          |              | Minimasi<br>Total Biaya<br>Produksi   |
| 3  | Takey &<br>Mesquita<br>(2006)              |        | √  |    |        | √        | √        | √         |           | √           |             |             |          |              | Maksimasi<br>Keuntungan               |
| 4  | Liu & Tu<br>(2008)                         | √      |    |    |        |          |          | √         | √         |             |             |             |          |              | Minimasi<br>Total Biaya<br>Produksi   |
| 5  | Leung &<br>Chan (2009)                     |        |    | √  |        | √        | √        |           | √         |             |             | √           | √        |              | Maksimasi<br>Keuntungan               |
| 6  | Aghezzaf, et<br>al. (2011)                 |        | √  |    | √      |          |          | √         |           |             | √           |             |          |              | Minimasi<br>Total Biaya<br>Produksi   |
| 7  | Gansterer<br>(2015)                        | √      |    |    |        |          |          | √         |           |             |             |             |          |              | Maksimasi<br>Service<br>Level         |
| 8  | Donatus<br>Feriyanto<br>Simamora<br>(2016) | √      | √  |    |        | √        | √        | √         |           |             |             |             |          |              | Maksimasi<br>Keuntungan<br>Perusahaan |

*Halaman ini sengaja dikosongkan*

## **BAB 3**

### **METODOLOGI PENELITIAN**

Metodologi dalam penelitian dilakukan secara sistematis agar sesuai dengan sasaran. Berikut langkah-langkah dalam penelitian ini:

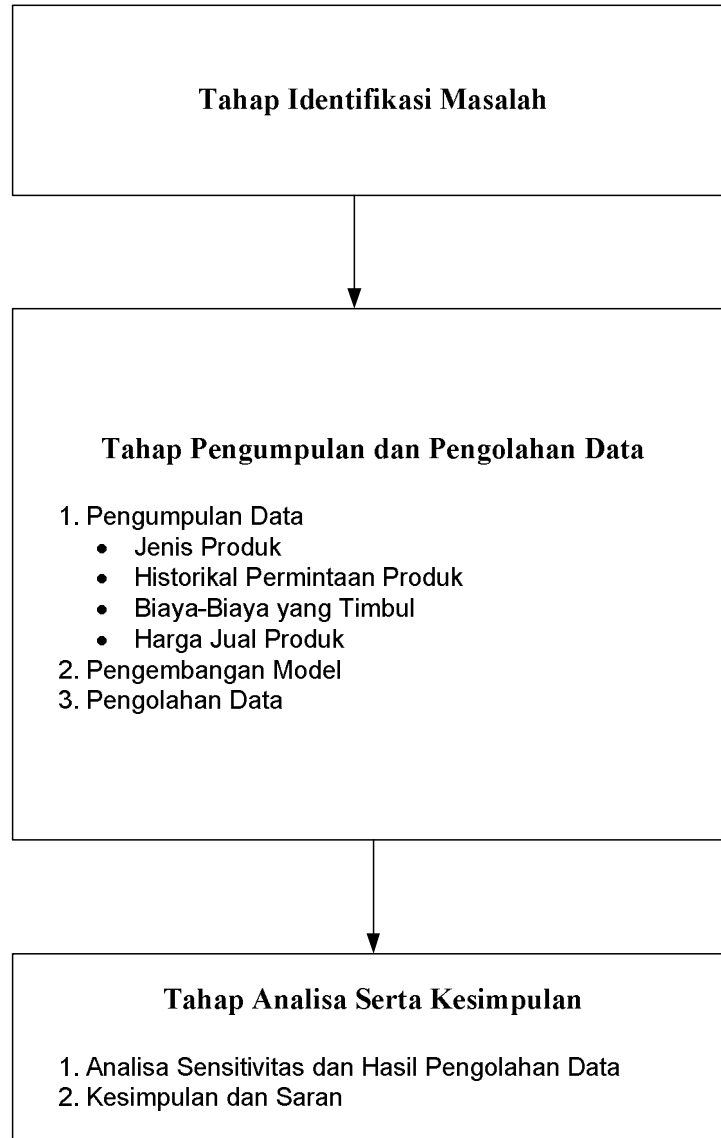
#### **3.1 Identifikasi Masalah**

Pada awal dari penelitian ini dilakukan pengamatan pada sistem produksi di CV. XYZ yang sudah berjalan dan dilanjutkan dengan identifikasi masalah-masalah yang ada. Berdasarkan batasan masalah yang telah dikemukakan pada bab sebelumnya, maka pengamatan hanya dibatasi pada perencanaan produksi di perusahaan khususnya perencanaan produksi perakitan *wiring harness* serta hal lain yang berkaitan dengan perencanaan produksi di CV. XYZ.

Permasalahan yang dialami di CV. XYZ Ketidakseimbangan antara jumlah pesanan dengan ketersediaan sumber daya yang tersedia pada bulan-bulan tertentu menyebabkan perlunya optimasi perencanaan produksi yang bertujuan untuk meminimalkan biaya produksi perakitan *wiring harness* CV. XYZ, Sehingga perlu dilakukan perencanaan produksi untuk mempertemukan permintaan dan pasokan dengan mengoptimalkan ketersediaan sumber daya yang ada.

Masalah yang dirumuskan dalam penelitian ini adalah bagaimana menentukan strategi-strategi optimum guna menghadapi keterbatasan kapasitas produksi yang dialami oleh CV. XYZ dalam perencanaan produksinya. Dengan perencanaan produksi yang optimum, diharapkan dapat diperoleh total biaya yang terlibat menjadi minimum dengan tetap mempertimbangkan terpenuhinya prioritas permintaan pelanggan.

Langkah-langkah penelitian digambarkan dalam diagram alir seperti yang ditunjukkan gambar 3.1. Penjabaran untuk setiap langkah akan dijelaskan pada sub bab selanjutnya.



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitiann

### 3.2 Tahap Pengumpulan dan Pengolahan Data

Tahap pengumpulan dan pengolahan data ini dilakukan untuk memperoleh bahan penelitian sesuai dengan tujuan penelitian yang telah ditetapkan.

#### 3.2.1 Pengumpulan Data

Data-data yang dibutuhkan dalam penelitian ini diperoleh dari pembukuan perusahaan maupun dari hasil wawancara dengan para karyawan *wiring harness* tersebut. Pengumpulan data dilakukan di CV. XYZ dengan beberapa batasan yang telah di tentukan dengan meliputi data data sebagai berikut :

1. Jenis-jenis produk yang diproduksi

Terdapat 12 jenis produk utama CV. XYZ yang akan menjadi pokok pembahasan pada penelitian ini. Dimana 9 jenis produk merupakan produk perakitan (*assembly*), dan 3 produk merupakan produk *cutting*. Produk-produk CV. XYZ ini memiliki kebutuhan karyawan yang berbeda serta memiliki perbedaan waktu proses tiap prosesnya.

2. Komponen biaya perakitan *wiring harness*

Biaya perakitan *wiring harness* dan menjadi pembahasan dalam penelitian ini adalah biaya operasional (biaya aset dan bulanan) dan biaya penyimpanan. Biaya-biaya tersebut sangat mempengaruhi kinerja operasional proses perakitan *wiring harness*. Sebagai perusahaan subkontrak, CV. XYZ tidak mengeluarkan biaya bahan baku. Biaya bahan baku sepenuhnya menjadi tanggungan dari Customer, CV. XYZ hanya dibebankan biaya proses perakitan beserta biaya pendukungnya.

- a. Komponen Biaya Operasional

Biaya operasional adalah seluruh biaya yang meliputi biaya pengemasan, dan biaya transportasi.

- b. Komponen Biaya Tenaga Kerja

Termasuk didalamnya biaya tenaga kerja regular, biaya tenaga kerja lembur, biaya perekrutan tenaga kerja beserta biaya pengurangan tenaga kerja

- c. Komponen Biaya Bulanan

Biaya bulanan adalah komponen biaya yang dikeluarkan setiap bulannya secara tetap untuk menunjang kegiatan operasional perakitan *wiring harness*. Komponen yang termasuk biaya bulanan adalah biaya listrik dan air.

- d. Komponen Biaya Persediaan

Biaya persediaan adalah biaya yang timbul dalam penyimpanan persediaan. Biaya persediaan memiliki besaran 25% dari nilai barang yang disimpan. Biaya persediaan ini terdiri dari biaya modal yang tertahan, depresiasi, pajak, biaya penanganan, serta biaya atas resiko kerusakan dan kehilangan barang (Azzi, et al., 2014).



e. Komponen Biaya Aset.

Biaya aset adalah seluruh biaya yang meliputi aspek peralatan dan tempat untuk melaksanakan kegiatan operasional perakitan *wiring harness*. Biaya ini juga merupakan suatu hal yang kritikal karena tanpa adanya biaya aset, kegiatan produksi tidak dapat berjalan. Adapun biaya operasional yang ada meliputi :

- Biaya Gedung

CV. XYZ memiliki 2 plant, dimana plant 1 diperuntukan untuk proses perakitan (*assembly*), sedangkan plant 2 digunakan untuk proses *cutting*, dimana kedua plant tersebut masih dibebankan biaya sewa gedung yang memiliki kontrak 10 tahun.

- Mesin

Mesin yang digunakan adalah mesin *cutting* dan *crimping*. Dimana CV. XYZ memiliki 5 mesin *cutting* dan 6 mesin *crimping* untuk menunjang kegiatan produksinya.

3. Komponen kebutuhan produksi / *demand*

Kebutuhan produk yang diminta oleh konsumen diperoleh dari data *history* selama 9 bulan yang dimiliki oleh perusahaan, data tersebut kemudian diolah menjadi target produksi perusahaan untuk kebutuhan 12 bulan mendatang. Peramalan kebutuhan produksi yang menjadi input perencanaan produksi ini disesuaikan dengan hasil peramalan yang telah dilakukan oleh perusahaan untuk jangka waktu 12 bulan mendatang.

### 3.2.2 Pengembangan Model

Merupakan proses analisa dan pemilihan alternatif-alternatif persamaan matematis yang diharapkan dapat menggambarkan kondisi nyata sistem produksi dan mengoptimalkan keuntungan perusahaan.

Pemilihan model memperhitungkan variabel-variabel yang terdapat dalam model, kemudian perhitungan, dan kelayakan hasil perhitungan. Berdasarkan kriteria tersebut, maka digunakan model *mixed integer linear programming* yang telah dilakukan oleh Takey & Mesquita (2006) dalam perencanaan produksi yang memiliki variasi *overtime hour*, *workforce*, sub-kontrak dan persediaan. Dimana strategi-strategi tersebut menurut peneliti memiliki kesamaan kondisi yang terjadi

di CV. XYZ. Sedikit pengembangan model yang dilakukan dalam penelitian ini adalah formulasi model dalam jumlah kebutuhan jam kerja karyawan, dimana pada proses perakitan *wiring harness*, setiap *part number* memiliki kebutuhan karyawan dan waktu proses perakitan yang berbeda, formulasi persediaan dimana pada CV. XYZ, komponen *part number* disimpan dalam suatu kemasan box. Dan setiap box memiliki kemampuan menampung komponen yang berbeda dikarenakan ukuran dari komponen *part number* yang berbeda. Serta tidak adanya strategi sub-kontrak dikarenakan CV. XYZ sendiri merupakan perusahaan sub-kontrak *wiring harness* di Indonesia. Sehingga pembuatan model matematis yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah:

#### Indeks

- i : Jenis produk komponen *part number* (12 *part number*)  
t : Periode (12 Bulan)

#### Variabel Keputusan

- $X_{it}$  : Jumlah total produksi i waktu kerja reguler selama periode t (unit).  
 $Y_{it}$  : Jumlah total produksi i waktu kerja lembur selama periode t (unit).  
 $I_{it}$  : Jumlah persediaan produk i yang disimpan selama periode t (unit).  
 $W_{it}$  : Kebutuhan jumlah jam kerja regular produk i pada periode t (man-hour).  
 $U_{it}$  : Kebutuhan jumlah jam kerja lembur produk i pada periode t (man-hour).  
 $H_t$  : Jumlah tenaga kerja yang direkrut selama periode t (man).  
 $F_t$  : Jumlah tenaga kerja yang dikurangi selama periode t (man).  
 $Man_t$  : Jumlah tenaga kerja yang dibutuhkan selama periode t (man).

#### Parameter

- $D_{it}$  : Jumlah permintaan produk i selama periode t (unit).  
 $m_i$  : Biaya operasional bulanan dan biaya aset diluar biaya tenaga kerja untuk tiap jenis produk i (rupiah per unit).  
 $l_i$  : Biaya penyimpanan tiap jenis produk i (rupiah per unit).  
 $w_i$  : Biaya per jam tenaga kerja waktu normal untuk memproduksi produk i (rupiah per man-hour).

$u_i$  : Biaya per jam tenaga kerja waktu lembur untuk memproduksi produk i (rupiah per man-hour).

$b_i$  : Kemampuan kemasan box dalam menyimpan produk i (unit).

$Mbox$  : Maksimum kemasan box yang dimiliki oleh perusahaan, dikarenakan keterbatasan ruang yang dimiliki (unit).

$h$  : Biaya penambahan tenaga kerja (rupiah per man).

$f$  : Biaya pengurangan tenaga kerja (rupiah per man).

$p_i$  : Waktu unit proses produk i (man-hour per unit).

$AvR_t$  : Ketersediaan jam kerja reguler selama periode t (hour).

$AvO_t$  : Ketersediaan jam kerja lembur selama periode t (hour).

$Max$  : Maksimum jumlah karyawan yang diijinkan (man).

Dengan fungsi tujuan:

Minimasi biaya produksi  $z =$

Biaya operasional produk i (regular+lembur) + biaya persediaan produk i + biaya tenaga kerja waktu normal + biaya tenaga kerja waktu lembur + biaya penambahan dan pengurangan tenaga kerja.

Atau dalam bahasa pemrograman matematik :

$$\begin{aligned}
 \min z = & \sum_{i=1}^{m=12} \sum_{t=1}^{T=12} m_i \cdot (X_{it} + Y_{it}) + \sum_{i=1}^{m=12} \sum_{t=1}^{T=12} l_i \cdot I_{it} \\
 & + \sum_{i=1}^{m=12} \sum_{t=1}^{T=12} w_i \cdot W_{it} + \sum_{i=1}^{m=12} \sum_{t=1}^{T=12} u_i \cdot U_{it} \\
 & - \sum_{t=1}^{T=12} (h \cdot H_t + f \cdot F_t)
 \end{aligned} \tag{3.1}$$

Batasan

1. Keseimbangan jumlah persediaan komponen *part number* disesuaikan dengan produksi yang dikerjakan pada jam kerja normal maupun lembur, ditambah dengan persediaan pada periode sebelumnya harus sama dengan jumlah permintaan yang direncanakan untuk produk i selama periode t.

$$I_{it} = I_{i(t-1)} + X_{it} + Y_{it} - D_{it} \quad \begin{array}{l} i = 1, \dots, 12 \\ t = 1, \dots, 12 \end{array} \quad (3.2)$$

2. Persediaan komponen *part number*  $i$  disimpan kedalam suatu kemasan box, dimana kemasan box memiliki kapasitas penyimpanan untuk setiap komponen *part number*  $i$ , dikarenakan ukuran komponen *part number*  $i$  yang berbeda-beda.

$$\sum_{i=1}^{m=12} \frac{I_{it}}{b_i} \leq M_{box} \quad \begin{array}{l} i = 1, \dots, 12 \\ t = 1, \dots, 12 \end{array} \quad (3.3)$$

3. Persamaan kebutuhan jam tenaga kerja reguler untuk setiap produk  $i$  yang diproduksi selama periode  $t$ , dimana waktu proses perakitan produk  $i$  dikalikan dengan kebutuhan produksi reguler produk  $i$  selama periode  $t$ .

$$p_i X_{it} = W_{it} \quad \begin{array}{l} i = 1, \dots, 12 \\ t = 1, \dots, 12 \end{array} \quad (3.4)$$

4. Persamaan kebutuhan jam tenaga kerja lembur untuk setiap produk  $i$  yang diproduksi selama periode  $t$ , dimana waktu proses perakitan produk  $i$  dikalikan dengan kebutuhan produksi lembur produk  $i$  selama periode  $t$ .

$$p_i Y_{it} = U_{it} \quad \begin{array}{l} i = 1, \dots, 12 \\ t = 1, \dots, 12 \end{array} \quad (3.5)$$

5. Kebutuhan jam kerja reguler tidak boleh melebihi ketersediaan jumlah jam kerja reguler pada periode  $t$ , dimana total kebutuhan jam kerja reguler tidak boleh melebihi ketersediaan jam kerja reguler selama periode  $t$ .

$$\sum_{i=1}^{m=12} W_{it} \leq AvR_t \times Man_t \quad \begin{array}{l} i = 1, \dots, 12 \\ t = 1, \dots, 12 \end{array} \quad (3.6)$$

6. Kebutuhan jam kerja lembur tidak boleh melebihi ketersediaan jumlah jam kerja lembur pada periode  $t$ , dimana total kebutuhan jam kerja reguler tidak boleh melebihi ketersediaan jam kerja lembur selama periode  $t$ .

$$\sum_{i=1}^{m=12} U_{it} \leq AvO_t \times Man_t \quad \begin{matrix} i = 1, \dots, 12 \\ t = 1, \dots, 12 \end{matrix} \quad (3.7)$$

7. Keseimbangan jumlah karyawan yang digunakan pada periode t, dimana jumlah karyawan yang digunakan pada periode t, merupakan jumlah karyawan pada periode sebelumnya ditambah dengan perekrutan dikurangi dengan pengurangan tenaga kerja.

$$Man_t = Man_{t-1} + H_t - F_t \quad t = 1, \dots, 12 \quad (3.8)$$

8. Maksimum penggunaan jumlah karyawan yang diijinkan. Dikarenakan keterbatasan infrastruktur yang dimiliki oleh perusahaan.

$$Man_t \leq Max \quad t = 1, \dots, 12 \quad (3.9)$$

9. Indikasi bahwa selama waktu perencanaan jumlah tenaga kerja yang digunakan merupakan bilangan bulat.

$$Man_t \text{ integer non negatives} \quad t = 1, \dots, 12 \quad (3.10)$$

10. Jumlah produk yang dijual, jumlah produk yang diproduksi pada waktu reguler dan lembur, jumlah persediaan, penambahan dan pengurangan tenaga kerja tidak boleh bernilai negatif.

$$S_{it}, X_{it}, Y_{it}, I_{it}, H_t, F_t, W_{it}, U_{it} \text{ non negatives} \quad \forall i, t \quad (3.11)$$

### 3.2.3 Pengolahan Data

Data-data yang didapat dari hasil pengumpulan data kemudian diolah dengan bantuan perangkat lunak (*software*). Pengolahan data untuk perencanaan produksi agregat menggunakan *Mixed Integer Linear Programming* dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak Lindo 6.1. Setelah fungsi tujuan dan fungsi kendala dibuat, langkah berikutnya adalah memasukkan formulasi matematis tersebut kedalam program tersebut agar didapatkan solusi optimumnya.

### **3.3 Analisa serta Kesimpulan Penelitian**

Tahap ini merupakan tahapan terakhir dari seluruh proses penelitian yang sudah dilakukan. Pada tahap ini akan dianalisis hasil dari output Lindo 6.1, sehingga dapat ditarik beberapa kesimpulan dengan hasil optimum sesuai dengan tujuan awal dari penelitian ini.

#### **3.3.1 Analisis Sensitivitas dan Hasil Pengolahan Data**

Hasil yang didapat dari perangkat lunak Lindo 6.1 berupa angka-angka yang dapat dianalisis dan diterjemahkan kedalam bentuk yang lebih mudah dimengerti sesuai dengan kode-kode yang telah ditetapkan sebelumnya. Output dari Lindo 6.1 berupa komposisi kuantitas setiap variabel keputusan yang disarankan dilakukan untuk setiap bulannya terhitung mulai Agustus 2016 dengan tujuan memaksimalkan keuntungan perusahaan, yang disesuaikan dengan jumlah permintaan dari hasil peramalan sebelumnya. Selain itu dilakukan juga analisis sensitivitas untuk mengetahui seberapa besar pengaruh perubahan parameter terhadap solusi optimal.

#### **3.3.2 Kesimpulan dan Saran**

Dari proses analisis hasil yang sudah didapat bisa ditarik suatu kesimpulan berupa suatu perencanaan produksi agregat yang optimal dalam meningkatkan keuntungan perusahaan untuk perencanaan produksi pada bulan-bulan berikutnya. Adapun kesimpulan dan saran dari penelitian ini bisa menjadi referensi strategi CV. XYZ dalam menentukan tingkat kebutuhan sumber daya dalam mengoptimalkan suatu perencanaan produksi perakitan *wiring harness*.

*Halaman ini sengaja dikosongkan*

## BAB 4

### PENGUMPULAN DATA SERTA HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Pengumpulan Data

Beberapa macam produk yang diproduksi oleh CV. XYZ merupakan *part number wiring harness* yang akan digunakan sebagai alat dalam pendistribusian arus listrik dan sinyal pada kendaraan otomotif. Data yang dibutuhkan dalam optimasi perencanaan produksi perakitan *wiring harness* pada penelitian ini adalah:

1. Data urutan proses perakitan wiring harness setiap *part number*.
2. Data karyawan dan waktu unit proses perakitan tiap *part number*.
3. Data komponen biaya-biaya proses perakitan.
4. Data kebutuhan produksi (peramalan permintaan produksi).
5. Data pendukung lainnya.

##### 4.1.1 Data urutan proses perakitan wiring harness

Pada umumnya proses perakitan *wiring harness* memiliki beberapa tahapan proses seperti yang telah dijelaskan pada gambar 2.1, dimana tahapan proses tersebut adalah tahap *cutting*, *crimping*, *joint tapping*, *insert*, *assembling process* dan *electrical test*. Tetapi CV. XYZ menerima pesanan dari pelanggan dengan permintaan proses yang berbeda seperti yang terlihat pada tabel 4.1.

Tabel 4.1 Proses Perakitan Wiring Harness CV. XYZ

| Part Number | Grup | Process |          |                 |               |        |            |                 |
|-------------|------|---------|----------|-----------------|---------------|--------|------------|-----------------|
|             |      | Cutting | Crimping | Double Crimping | Joint Tapping | Insert | Assembling | Electrical Test |
| 01H002      | A    |         | √        | √               | √             | √      | √          | √               |
| R1H090      | A    |         | √        | √               | √             | √      | √          | √               |
| S1H103      | A    |         | √        |                 | √             | √      | √          | √               |
| S1H005      | A    |         |          |                 |               | √      | √          | √               |
| T1H21A      | C    |         |          |                 | √             | √      | √          | √               |
| T1H40A      | C    |         |          |                 | √             | √      | √          | √               |
| T1H40B      | C    |         |          |                 | √             | √      | √          |                 |
| T1H046      | B    |         |          |                 | √             | √      | √          |                 |
| T1H052      | B    |         |          |                 | √             | √      | √          | √               |
| P1H175      | D    | √       |          |                 |               |        |            |                 |



| Part Number | Grup | Process |          |                 |               |        |            |                 |
|-------------|------|---------|----------|-----------------|---------------|--------|------------|-----------------|
|             |      | Cutting | Crimping | Double Crimping | Joint Tapping | Insert | Assembling | Electrical Test |
| P1H177      | D    | √       |          |                 |               |        |            |                 |
| T1H072      | D    | √       |          |                 |               |        |            |                 |

Pada Tabel 4.1 setiap proses perakitan komponen wiring harness yang dipesan oleh pelanggan, memiliki proses-proses yang berbeda. Proses *cutting* adalah proses persiapan sirkuit. Sirkuit yang dimaksud adalah potongan kabel yang memiliki kebutuhan panjang tertentu. Proses *crimping* adalah proses pembuatan terminal pada kedua ujung sirkuit. *Joint Tapping* adalah proses penggabungan sirkuit yang memiliki fungsi tertentu. Dan dilakukan isolasi menggunakan isolasi tape atau menggunakan pipa shrinking. Penggunaan isolasi ini bertujuan untuk mengeliminasi panas. Proses *Insert* merupakan proses perakitan sementara. Dalam proses insert ini, dilakukan penambahan komponen konektor atau terminal yang bertujuan untuk menyesuaikan wiring harness dengan bentuk sambungan atau frame yang ada di kendaraan otomotif. Kemudian proses *assembling* merupakan proses utama dalam perakitan *wiring harness*.

#### 4.1.2 Data jumlah karyawan dan waktu unit proses perakitan tiap *part number*

Dengan kebutuhan proses yang berbeda menyebabkan setiap perakitan *part number wiring harness* CV. XYZ memiliki jumlah karyawan dan waktu unit proses yang berbeda pula seperti terlihat pada tabel 4.2

Tabel 4.2 Jumlah Karyawan dan Waktu Proses Perakitan Wiring Harness

| Part number | Grup | Jml. Karyawan | Waktu Proses   |
|-------------|------|---------------|----------------|
|             |      | (Orang)       | Jam Orang/unit |
| 01H002      | A    | 15            | 0.031          |
| R1H090      | A    | 15            | 0.063          |
| S1H103      | A    | 15            | 0.065          |
| S1H005      | A    | 8             | 0.057          |
| T1H21A      | C    | 8             | 0.159          |
| T1H40A      | C    | 8             | 0.095          |
| T1H40B      | C    | 8             | 0.106          |
| T1H046      | B    | 16            | 0.563          |
| T1H052      | B    | 16            | 0.601          |

| Part number | Grup | Jml. Karyawan | Waktu Proses   |
|-------------|------|---------------|----------------|
|             |      | (Orang)       | Jam Orang/unit |
| P1H175      | D    | 5             | 0.001          |
| P1H177      | D    | 5             | 0.001          |
| T1H072      | D    | 5             | 0.001          |

CV. XYZ memiliki 4 grup perakitan komponen part number wiring harness. Seperti terlihat dalam tabel 4.2, grup A terdiri dari 15 orang karyawan, grup B terdiri dari 16 orang karyawan, grup C terdiri dari 8 orang karyawan, dan grup D terdiri dari 5 orang karyawan. Grup A, B dan C memiliki tugas untuk melakukan proses perakitan dari proses *crimping* hingga proses *testing*, sedangkan grup D hanya bertugas untuk melakukan proses *cutting*. Sehingga CV. XYZ memiliki total karyawan berjumlah 43 orang sebagai operator dalam perakitan *part number wiring harness*.

#### 4.1.3 Data Komponen biaya perakitan *wiring harness*

Biaya perakitan *wiring harness* dan menjadi pembahasan dalam penelitian ini adalah biaya operasional (biaya aset dan bulanan) dan biaya penyimpanan. Biaya-biaya tersebut sangat mempengaruhi kinerja operasional proses perakitan *wiring harness*. Sebagai perusahaan subkontrak, CV. XYZ tidak mengeluarkan biaya bahan baku. Biaya bahan baku sepenuhnya menjadi tanggungan dari pelanggan, dimana CV. XYZ hanya dibebankan biaya proses perakitan beserta biaya pendukungnya.

##### 1. Biaya Operasional

Biaya operasional adalah seluruh biaya yang meliputi biaya pengemasan, biaya transportasi, beserta biaya *overhead* (Listrik, Air, Gedung dan Mesin) yang menunjang kegiatan yang dilakukan oleh CV. XYZ dalam melakukan proses perakitan wiring harness. Biaya operasional yang dikeluarkan CV. XYZ dapat terlihat pada tabel 4.3 dibawah ini.

##### 2. Biaya persediaan

Biaya persediaan adalah biaya yang timbul dalam penyimpanan persediaan. Biaya persediaan memiliki besaran 25% dari nilai barang yang disimpan (pertahun). Biaya persediaan ini terdiri dari biaya modal yang tertahan, depresiasi, pajak, biaya penanganan, serta biaya atas resiko kerusakan dan

kehilangan barang (Azzi, et al., 2014). Biaya persediaan dapat terlihat pada tabel 4.3 dibawah ini.

Tabel 4.3 Biaya Operasional beserta Biaya Penyimpanan CV. XYZ

| Produk | Grup | Overhead Cost | Packaging Cost | Trans. & Adm Cost | Operasional | Persediaan |
|--------|------|---------------|----------------|-------------------|-------------|------------|
|        |      | Rp/Unit       | Rp/Unit        | Rp/Unit           | Rp/Unit     | Rp/Unit    |
| 01H002 | A    | 388           | 13             | 27                | 428         | 15         |
| R1H090 | A    | 782           | 27             | 54                | 863         | 30         |
| S1H103 | A    | 807           | 28             | 56                | 890         | 31         |
| S1H005 | A    | 706           | 24             | 49                | 779         | 27         |
| T1H21A | C    | 1976          | 68             | 136               | 2180        | 75         |
| T1H40A | C    | 1183          | 41             | 82                | 1306        | 45         |
| T1H40B | C    | 1318          | 45             | 91                | 1455        | 50         |
| T1H046 | B    | 7010          | 241            | 483               | 7734        | 267        |
| T1H052 | B    | 7491          | 258            | 516               | 8265        | 285        |
| P1H175 | D    | 7             | 0              | 0                 | 8           | 0.3        |
| P1H177 | D    | 7             | 0              | 0                 | 8           | 0.3        |
| T1H072 | D    | 7             | 0              | 0                 | 8           | 0.3        |

### 3. Biaya tenaga kerja

Biaya tenaga kerja, termasuk didalamnya biaya tenaga kerja regular, biaya tenaga kerja lembur, biaya perekrutan tenaga kerja beserta biaya pengurangan tenaga kerja yang dapat terlihat pada tabel 4.4 dibawah ini.

Tabel 4.4 Biaya Tenaga Kerja CV. XYZ

| Biaya Tenaga Kerja | Satuan      | Nominal   |
|--------------------|-------------|-----------|
| Normal             | Rp/JamOrang | 9,000     |
| Lembur             | Rp/JamOrang | 11,250    |
| Perekrutan         | Rp/Orang    | 550,000   |
| Pengurangan        | Rp/Orang    | 1,100,000 |

Kebijakan pengupahan yang diberikan oleh CV. XYZ untuk tenaga kerja pada jam kerja normal, CV. XYZ memberikan upah sebesar Rp. 9,000 untuk setiap karyawan per jamnya. Sedangkan untuk upah lembur, CV. XYZ memberikan upah 25% lebih besar dari jam kerja normal, yaitu sebesar Rp. 11,250 untuk setiap karyawan per jamnya. Sedangkan untuk biaya perekrutan CV. XYZ memberikan upah sebesar Rp. 550,000 untuk setiap karyawan training per bulannya. Dengan biaya pengurangan karyawan hanya dibebankan upah sebesar Rp. 1,100,000 per setiap karyawan yang dikurangi.

#### 4.1.4 Data kebutuhan produksi (permintaan peramalan)

Kebutuhan produk yang diminta oleh konsumen diperoleh dari data *history* selama 9 bulan yang dimiliki oleh perusahaan, data tersebut kemudian diolah menjadi target produksi perusahaan untuk kebutuhan 12 bulan mendatang. Peramalan kebutuhan produksi yang menjadi input perencanaan produksi ini disesuaikan dengan hasil peramalan yang telah dilakukan oleh perusahaan untuk jangka waktu 12 bulan mendatang yang dapat terlihat pada tabel 4.5

Tabel 4.5 Kebutuhan Produksi Permintaan *Wiring Harness*

| Demand       | Periode (Bulan) |                |                |                |                |                |                |                |                |                |                |                |
|--------------|-----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| Produk       | 1               | 2              | 3              | 4              | 5              | 6              | 7              | 8              | 9              | 10             | 11             | 12             |
| 01H002       | 5,858           | 6,238          | 11,811         | 7,323          | 7,703          | 13,276         | 8,788          | 9,168          | 14,741         | 10,253         | 10,633         | 16,206         |
| RIH090       | -               | -              | -              | -              | -              | -              | -              | -              | -              | -              | -              | -              |
| S1H103       | 31,880          | 34,986         | 31,910         | 28,950         | 32,057         | 28,981         | 26,021         | 29,128         | 26,051         | 23,092         | 26,198         | 23,122         |
| S1H005       | 28,200          | 23,523         | 29,257         | 38,199         | 33,522         | 39,257         | 48,199         | 43,522         | 49,256         | 58,198         | 53,521         | 59,255         |
| T1H21A       | -               | -              | 299            | -              | -              | 97             | -              | -              | -              | -              | -              | -              |
| T1H40A       | 2,408           | 3,680          | 3,212          | 2,952          | 4,224          | 3,756          | 3,497          | 4,768          | 4,300          | 4,041          | 5,312          | 4,844          |
| T1H40B       | 3,133           | 4,747          | 4,701          | 4,270          | 5,884          | 5,839          | 5,407          | 7,022          | 6,976          | 6,545          | 8,159          | 8,114          |
| T1H046       | 22              | 44             | 104            | 32             | 55             | 115            | 43             | 65             | 126            | 54             | 76             | 137            |
| T1H052       | 2,126           | 2,021          | 2,266          | 2,610          | 2,505          | 2,750          | 3,094          | 2,989          | 3,234          | 3,578          | 3,474          | 3,718          |
| PIH175       | 30,236          | 25,331         | 77,945         | 31,772         | 26,867         | 79,480         | 33,308         | 28,402         | 81,016         | 34,843         | 29,938         | 82,552         |
| PIH177       | 31,352          | 31,489         | 35,791         | 39,144         | 39,282         | 43,584         | 46,937         | 47,075         | 51,377         | 54,730         | 54,867         | 59,169         |
| T1H072       | 90,655          | 184,563        | 156,492        | 71,864         | 165,772        | 137,702        | 53,074         | 146,982        | 118,911        | 34,283         | 128,191        | 100,121        |
| <b>Total</b> | <b>225,869</b>  | <b>316,622</b> | <b>353,789</b> | <b>227,118</b> | <b>317,871</b> | <b>354,836</b> | <b>228,367</b> | <b>319,120</b> | <b>355,988</b> | <b>229,617</b> | <b>320,370</b> | <b>357,238</b> |

#### 4.1.5 Ringkasan Data Masukan Perencanaan Produksi Agregat

Dalam memudahkan pembacaan pengumpulan data yang akan diolah kedalam *Software* Lindo 6.1, maka dibuat ringkasan data sebagai berikut:

Tabel 4.6 Input Perencanaan Produksi Agregat

| Data  | Penamaan Kode | Satuan Unit (UOM)   | Produk              |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |
|---|---------------|---------------------|---------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
|   |               |                     | 01H002              | R1H090    | S1H103    | S1H005    | T1H21A    | T1H40A    | T1H40B    | T1H046    | T1H052    | P1H175    | P1H177    | T1H072    |
| Permintaan Peramalan                            | $D_t$         | Unit                | Terlampir Tabel 4.5 |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |
| Harga Jual Produk                               | $r_i$         | Rp/Unit             | 754                 | 1,520     | 1,610     | 1,410     | 3,948     | 2,364     | 2,630     | 14,000    | 14,950    | 30        | 29        | 25        |
| Biaya Operasional                               | $m_i$         | Rp/Unit             | 428                 | 863       | 890       | 779       | 2,180     | 1,306     | 1,455     | 7,734     | 8,265     | 8         | 8         | 8         |
| Biaya per Jam Tenaga kerja waktu normal         | $w_i$         | Rp/manhour          | 9,000               | 9,000     | 9,000     | 9,000     | 9,000     | 9,000     | 9,000     | 9,000     | 9,000     | 9,000     | 9,000     | 9,000     |
| Biaya per Jam Tenaga kerja waktu lembur         | $u_i$         | Rp/manhour          | 11,250              | 11,250    | 11,250    | 11,250    | 11,250    | 11,250    | 11,250    | 11,250    | 11,250    | 11,250    | 11,250    | 11,250    |
| Biaya Persediaan                                | $l_i$         | Rp/Unit             | 15                  | 30        | 31        | 27        | 75        | 45        | 50        | 267       | 285       | 0.3       | 0.3       | 0.3       |
| Persediaan awal                                 | $L_{it-1}$    | Unit                | 300                 | -         | 3,600     | 900       | 40        | 180       | 170       | -         | -         | 2,000     | -         | 250       |
| Jumlah persediaan yang dapat disimpan dalam box | $b_i$         | Unit                | 1,000               | 250       | 250       | 100       | 50        | 200       | 20        | 10        | 15        | 1,500     | 1,500     | 125       |
| Maksimum Box yang dapat disimpan                | Mbox          | Unit                | 40                  |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |
| Jumlah karyawan pada awal perencanaan           | $Man_{t=0}$   | Person (in periode) | 43                  |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |
| Biaya Penambahan tenaga kerja                   | $h$           | Rp/man              | 550,000             | 550,000   | 550,000   | 550,000   | 550,000   | 550,000   | 550,000   | 550,000   | 550,000   | 550,000   | 550,000   | 550,000   |
| Biaya Pengurangan tenaga kerja                  | $f$           | Rp/man              | 1,100,000           | 1,100,000 | 1,100,000 | 1,100,000 | 1,100,000 | 1,100,000 | 1,100,000 | 1,100,000 | 1,100,000 | 1,100,000 | 1,100,000 | 1,100,000 |
| Maksimum Penggunaan Jumlah Karyawan             | Max           | Person              | 50                  |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |
| Kebutuhan karyawan untuk tiap produk            |               | Person              | 15                  | 15        | 15        | 8         | 8         | 8         | 8         | 16        | 16        | 5         | 5         | 5         |
| Waktu Proses unit yang dibutuhkan               | $p_i$         | Manhour/unit        | 0.031               | 0.063     | 0.065     | 0.057     | 0.159     | 0.095     | 0.106     | 0.563     | 0.601     | 0.001     | 0.001     | 0.001     |
| Ketersediaan Jam Kerja Normal                   | $AvR_t$       | Hour in periode     | 168                 | 176       | 176       | 176       | 160       | 184       | 160       | 184       | 176       | 168       | 184       | 168       |
| Ketersediaan Jam Kerja Lembur                   | $AvO_t$       | Hour in periode     | 84                  | 88        | 88        | 88        | 80        | 92        | 80        | 92        | 88        | 84        | 92        | 84        |

## 4.2 Pengolahan Data

Data-data yang didapat dari hasil pengumpulan data kemudian diolah dengan bantuan perangkat lunak (*software*). Pengolahan data untuk perencanaan produksi agregat menggunakan *Mixed Integer Linear Programming* dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak Lindo 6.1. Pengolahan data tersebut dilakukan sesuai dengan kondisi yang terjadi di perusahaan CV. XYZ, dengan mempertimbangkan biaya-biaya yang terkait dalam proses produksi perakitan wiring harness CV. XYZ.

### 4.2.1 Formulasi Fungsi Tujuan

Fungsi tujuan dari penelitian ini adalah meminimalkan biaya produksi dalam perencanaan produksi perakitan wiring harness dengan selang waktu bulanan selama 12 bulan perencanaan. Model matematis yang digunakan adalah sebagai berikut:

Indeks

- i : Jenis produk komponen *part number* (12 *part number*)  
t : Periode (12 Bulan)

Dengan variabel keputusan

- $X_{it}$  : Jumlah total produksi i waktu kerja reguler selama periode t (unit).  
 $Y_{it}$  : Jumlah total produksi i waktu kerja lembur selama periode t (unit).  
 $I_{it}$  : Jumlah persediaan produk i yang disimpan selama periode t (unit).  
 $W_{it}$  : Kebutuhan jumlah jam kerja regular produk i pada periode t (man-hour).  
 $U_{it}$  : Kebutuhan jumlah jam kerja lembur produk i pada periode t (man-hour).  
 $H_t$  : Jumlah tenaga kerja yang direkrut selama periode t (man).  
 $F_t$  : Jumlah tenaga kerja yang dikurangi selama periode t (man).  
 $Man_t$  : Jumlah tenaga kerja yang dibutuhkan selama periode t (man).

Parameter

- $D_{it}$  : Jumlah permintaan produk i selama periode t (unit).  
 $m_i$  : Biaya operasional bulanan dan biaya aset diluar biaya tenaga kerja untuk tiap jenis produk i (rupiah per unit).

- $l_i$  : Biaya penyimpanan tiap jenis produk i (rupiah per unit).  
 $w_i$  : Biaya per jam tenaga kerja waktu normal untuk memproduksi produk i (rupiah per man-hour).  
 $u_i$  : Biaya per jam tenaga kerja waktu lembur untuk memproduksi produk i (rupiah per man-hour).  
 $b_i$  : Kemampuan kemasan box dalam menyimpan produk i (unit).  
 $Mbox$  : Maksimum kemasan box yang dimiliki oleh perusahaan, dikarenakan keterbatasan ruang yang dimiliki (unit).  
 $h$  : Biaya penambahan tenaga kerja (rupiah per man).  
 $f$  : Biaya pengurangan tenaga kerja (rupiah per man).  
 $p_i$  : Waktu unit proses produk i (man-hour per unit).  
 $AvR_t$  : Ketersediaan jam kerja reguler selama periode t (hour).  
 $AvO_t$  : Ketersediaan jam kerja lembur selama periode t (hour).  
 $Max$  : Maksimum jumlah karyawan yang diijinkan (man).

Fungsi tujuan:

Minimasi biaya produksi  $z =$

Biaya operasional produk i (regular+lembur) + biaya persediaan produk i + biaya tenaga kerja waktu normal + biaya tenaga kerja waktu lembur + biaya penambahan dan pengurangan tenaga kerja.

Atau dalam model matematik sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \min z = & \sum_{i=1}^{m=12} \sum_{t=1}^{T=12} m_i \cdot (X_{it} + Y_{it}) + \sum_{i=1}^{m=12} \sum_{t=1}^{T=12} l_i \cdot I_{it} \\
 & + \sum_{i=1}^{m=12} \sum_{t=1}^{T=12} w_i \cdot W_{it} + \sum_{i=1}^{m=12} \sum_{t=1}^{T=12} u_i \cdot U_{it} \\
 & - \sum_{t=1}^{T=12} (h \cdot H_t + f \cdot F_t)
 \end{aligned} \tag{4.1}$$

Program matematik diatas dapat dijabarkan dalam formulasi lindo sebagai berikut:

Minimasi biaya produksi  $z =$

1. Biaya operasional produk i pada jam kerja regular

$$\begin{aligned}
& 428X_1 + 428X_2 + 428X_3 + 428X_4 + 428X_5 + 428X_6 + 428X_7 + 428X_8 \\
& \quad + 428X_9 + 428X_{10} + 428X_{11} + 428X_{12} + \\
& 863X_{13} + 863X_{14} + 863X_{15} + 863X_{16} + 863X_{17} + 863X_{18} + 863X_{19} \\
& \quad + 863X_{20} + 863X_{21} + 863X_{22} + 863X_{23} + 863X_{24} + \\
& \quad \cdot \\
& \quad \cdot \\
& \quad \cdot \\
& 8X_{133} + 8X_{134} + 8X_{135} + 8X_{136} + 8X_{137} + 8X_{138} + 8X_{139} + 8X_{140} + 8X_{141} \\
& \quad + 8X_{142} + 8X_{143} + 8X_{144} +
\end{aligned} \tag{4.2}$$

2. Biaya operasional produk i pada jam kerja lembur

$$\begin{aligned}
& 428Y_1 + 428Y_2 + 428Y_3 + 428Y_4 + 428Y_5 + 428Y_6 + 428Y_7 + 428Y_8 \\
& \quad + 428Y_9 + 428Y_{10} + 428Y_{11} + 428Y_{12} + \\
& 863Y_{13} + 863Y_{14} + 863Y_{15} + 863Y_{16} + 863Y_{17} + 863Y_{18} + 863Y_{19} \\
& \quad + 863Y_{20} + 863Y_{21} + 863Y_{22} + 863Y_{23} + 863Y_{24} + \\
& \quad \cdot \\
& \quad \cdot \\
& \quad \cdot \\
& 8Y_{133} + 8Y_{134} + 8Y_{135} + 8Y_{136} + 8Y_{137} + 8Y_{138} + 8Y_{139} + 8Y_{140} + 8Y_{141} \\
& \quad + 8Y_{142} + 8Y_{143} + 8Y_{144} +
\end{aligned} \tag{4.3}$$

3. Biaya persediaan produk i

$$\begin{aligned}
& 107I_1 + 107I_2 + 107I_3 + 107I_4 + 107I_5 + 107I_6 + 107I_7 + 107I_8 + 107I_9 \\
& \quad + 107I_{10} + 107I_{11} + 107I_{12} + \\
& 216I_{13} + 216I_{14} + 216I_{15} + 216I_{16} + 216I_{17} + 216I_{18} + 216I_{19} + 216I_{20} \\
& \quad + 216I_{21} + 216I_{22} + 216I_{23} + 216I_{24} + \\
& \quad \cdot \\
& \quad \cdot \\
& \quad \cdot \\
& 2I_{133} + 2I_{134} + 2I_{135} + 2I_{136} + 2I_{137} + 2I_{138} + 2I_{139} + 2I_{140} + 2I_{141} \\
& \quad + 2I_{142} + 2I_{143} + 2I_{144} +
\end{aligned} \tag{4.4}$$

4. Biaya tenaga kerja waktu regular

$$\begin{aligned}
& 9000W_1 + 9000W_2 + 9000W_3 + 9000W_4 + 9000W_5 + 9000W_6 + 9000W_7 \\
& \quad + 9000W_8 + 9000W_9 + 9000W_{10} + 9000W_{11} + 9000W_{12} \\
& \quad + \\
& 9000W_{13} + 9000W_{14} + 9000W_{15} + 9000W_{16} + 9000W_{17} + 9000W_{18} \\
& \quad + 9000W_{19} + 9000W_{20} + 9000W_{21} + 9000W_{22} \\
& \quad + 9000W_{23} + 9000W_{24} + \\
& \quad \cdot \\
& \quad \cdot
\end{aligned} \tag{4.5}$$



$$\begin{aligned}
& 9000W_{133} + 9000W_{134} + 9000W_{135} + 9000W_{136} + 9000W_{137} \\
& + 9000W_{138} + 9000W_{139} + 9000W_{140} + 9000W_{141} \\
& + 9000W_{142} + 9000W_{143} + 9000W_{144} +
\end{aligned}$$

5. Biaya tenaga kerja waktu lembur

$$\begin{aligned}
& 11250U_1 + 11250U_2 + 11250U_3 + 11250U_4 + 11250U_5 + 11250U_6 \\
& + 11250U_7 + 11250U_8 + 11250U_9 + 11250U_{10} \\
& + 11250U_{11} + 11250U_{12} + \\
& 11250U_{13} + 11250U_{14} + 11250U_{15} + 11250U_{16} + 11250U_{17} + 11250U_{18} \\
& + 11250U_{19} + 11250U_{20} + 11250U_{21} + 11250U_{22} \\
& + 11250U_{23} + 11250U_{24} + \\
& \quad \cdot \\
& \quad \cdot \\
& \quad \cdot \\
& 11250U_{133} + 11250U_{134} + 11250U_{135} + 11250U_{136} + 11250U_{137} \\
& + 11250U_{138} + 11250U_{139} + 11250U_{140} + 11250U_{141} \\
& + 11250U_{142} + 11250U_{143} + 11250U_{144} +
\end{aligned} \tag{4.6}$$

6. Biaya penambahan tenaga kerja

$$\begin{aligned}
& 550000H_1 + 550000H_2 + 550000H_3 + 550000H_4 + 550000H_5 \\
& + 550000H_6 + 550000H_7 + 550000H_8 + 550000H_9 \\
& + 550000H_{10} + 550000H_{11} + 550000H_{12} +
\end{aligned} \tag{4.7}$$

7. Biaya pengurangan tenaga kerja

$$\begin{aligned}
& 1100000F_1 + 1100000F_2 + 1100000F_3 + 1100000F_4 + 1100000F_5 \\
& + 1100000F_6 + 1100000F_7 + 1100000F_8 + 1100000F_9 \\
& + 1100000F_{10} + 1100000F_{11} + 1100000F_{12}
\end{aligned} \tag{4.8}$$

#### 4.2.2 Formulasi Fungsi Pembatas

1. Keseimbangan jumlah persediaan komponen *part number* disesuaikan dengan produksi yang dikerjakan pada jam kerja normal maupun lembur, ditambah dengan persediaan pada periode sebelumnya harus sama dengan jumlah permintaan yang direncanakan untuk produk *i* selama periode *t*.

$$\begin{aligned}
I_{it} &= I_{i(t-1)} + X_{it} + Y_{it} - D_{it} & i &= 1, \dots, 12 \\
& & t &= 1, \dots, 12
\end{aligned} \tag{4.9}$$

Secara lengkap fungsi pembatas ini dapat dituliskan sebagai berikut

$$\begin{aligned}
L_1 + D_1 - X_1 - Y_1 &= 300 \\
L_2 + D_2 - X_2 - Y_2 &= L_1 \\
\cdot & \\
\cdot & \\
\cdot & \\
L_{144} + D_{144} - X_{144} - Y_{144} &= L_{143}
\end{aligned} \tag{4.10}$$

2. Persediaan komponen *part number* i disimpan kedalam suatu kemasan box, dimana kemasan box memiliki kapasitas penyimpanan untuk setiap komponen *part number* i, dikarenakan ukuran komponen *part number* i yang berbeda-beda.

$$\sum_{i=1}^{m=12} \frac{I_{it}}{b_i} \leq M_{box} \quad \begin{aligned} i &= 1, \dots, 12 \\ t &= 1, \dots, 12 \end{aligned} \tag{4.11}$$

Secara lengkap fungsi pembatas ini dapat dituliskan sebagai berikut

$$\begin{aligned}
1.5I_1 + 6I_{13} + 6I_{25} + 15I_{37} + 30I_{49} + 7.5I_{61} + 75I_{73} + 15I_{85} + 10I_{97} \\
+ I_{109} + I_{121} + 12I_{133} &\leq 60,000 \\
1.5I_2 + 6I_{14} + 6I_{26} + 15I_{38} + 30I_{50} + 7.5I_{62} + 75I_{74} + 15I_{86} + 10I_{98} \\
+ I_{110} + I_{122} + 12I_{134} &\leq 60,000 \\
\cdot & \\
\cdot & \\
\cdot & \\
1.5I_{12} + 6I_{24} + 6I_{36} + 15I_{48} + 30I_{60} + 7.5I_{72} + 75I_{84} + 15I_{96} + 10I_{108} \\
+ I_{120} + I_{132} + 12I_{144} &\leq 60,000
\end{aligned} \tag{4.12}$$

3. Persamaan kebutuhan jam tenaga kerja reguler untuk setiap produk i yang diproduksi selama periode t, dimana waktu proses perakitan produk i dikalikan dengan kebutuhan produksi reguler produk i selama periode t.

$$p_i X_{it} = W_{it} \quad \begin{aligned} i &= 1, \dots, 12 \\ t &= 1, \dots, 12 \end{aligned} \tag{4.13}$$

Secara lengkap fungsi pembatas ini dapat dituliskan sebagai berikut

$$\begin{aligned}
0.031X_1 &= W_1 \\
0.031X_2 &= W_2 \\
\cdot & \\
\cdot & \\
\cdot & \\
0.001X_{144} &= W_{144}
\end{aligned} \tag{4.14}$$

4. Persamaan kebutuhan jam tenaga kerja lembur untuk setiap produk  $i$  yang diproduksi selama periode  $t$ , dimana waktu proses perakitan produk  $i$  dikalikan dengan kebutuhan produksi lembur produk  $i$  selama periode  $t$ .

$$p_i Y_{it} = U_{it} \quad \begin{array}{l} i = 1, \dots, 12 \\ t = 1, \dots, 12 \end{array} \quad (4.15)$$

Secara lengkap fungsi pembatas ini dapat dituliskan sebagai berikut

$$\begin{array}{l} 0.031Y_1 = U_1 \\ 0.031Y_2 = U_2 \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ 0.001Y_{144} = U_{144} \end{array} \quad (4.16)$$

5. Kebutuhan jam kerja reguler tidak boleh melebihi ketersediaan jumlah jam kerja reguler pada periode  $t$ , dimana total kebutuhan jam kerja reguler tidak boleh melebihi ketersediaan jam kerja reguler selama periode  $t$ .

$$\sum_{i=1}^{m=12} W_{it} \leq AvR_t \times Man_t \quad \begin{array}{l} i = 1, \dots, 12 \\ t = 1, \dots, 12 \end{array} \quad (4.17)$$

Secara lengkap fungsi pembatas ini dapat dituliskan sebagai berikut

$$\begin{array}{l} W_1 + W_{13} + W_{25} + W_{37} + W_{49} + W_{61} + W_{73} + W_{85} + W_{97} + W_{109} + W_{121} \\ \quad + W_{133} \leq 168Man_1 \\ W_2 + W_{14} + W_{26} + W_{38} + W_{50} + W_{62} + W_{74} + W_{86} + W_{98} + W_{110} + W_{122} \\ \quad + W_{134} \leq 176Man_2 \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ W_{12} + W_{24} + W_{36} + W_{48} + W_{60} + W_{72} + W_{84} + W_{96} + W_{108} + W_{120} + W_{132} \\ \quad + W_{144} \leq 168Man_{12} \end{array} \quad (4.18)$$

6. Kebutuhan jam kerja lembur tidak boleh melebihi ketersediaan jumlah jam kerja lembur pada periode  $t$ , dimana total kebutuhan jam kerja reguler tidak boleh melebihi ketersediaan jam kerja lembur selama periode  $t$ .

$$\sum_{i=1}^{m=12} U_{it} \leq AvO_t \times Man_t \quad \begin{array}{l} i = 1, \dots, 12 \\ t = 1, \dots, 12 \end{array} \quad (4.19)$$

Secara lengkap fungsi pembatas ini dapat dituliskan sebagai berikut

$$\begin{aligned}
& U_1 + U_{13} + U_{25} + U_{37} + U_{49} + U_{61} + U_{73} + U_{85} + U_{97} + U_{109} + U_{121} \\
& \quad + U_{133} \leq 84Man_1 \\
& U_2 + U_{14} + U_{26} + U_{38} + U_{50} + U_{62} + U_{74} + U_{86} + U_{98} + U_{110} + U_{122} \\
& \quad + U_{134} \leq 88Man_2 \\
& \cdot \\
& \cdot \\
& \cdot \\
& U_{12} + U_{24} + U_{36} + U_{48} + U_{60} + U_{72} + U_{84} + U_{96} + U_{108} + U_{120} + U_{132} \\
& \quad + U_{144} \leq 84Man_{12}
\end{aligned} \tag{4.20}$$

7. Keseimbangan jumlah karyawan yang digunakan pada periode  $t$ , dimana jumlah karyawan yang digunakan pada periode  $t$ , merupakan jumlah karyawan pada periode sebelumnya ditambah dengan perekrutan dikurangi dengan pengurangan tenaga kerja.

$$Man_t = Man_{t-1} + H_t - F_t \quad t = 1, \dots, 12 \tag{4.21}$$

Secara lengkap fungsi pembatas ini dapat dituliskan sebagai berikut

$$\begin{aligned}
& Man_1 = 43 + H_1 - F_1 \\
& Man_2 = Man_1 + H_2 - F_2 \\
& \cdot \\
& \cdot \\
& \cdot \\
& Man_{12} = Man_{11} + H_{12} - F_{12}
\end{aligned} \tag{4.22}$$

8. Maksimum penggunaan jumlah karyawan yang diijinkan. Dikarenakan keterbatasan infrastruktur yang dimiliki oleh perusahaan.

$$Man_t \leq Max \quad t = 1, \dots, 12 \tag{4.23}$$

Secara lengkap fungsi pembatas ini dapat dituliskan sebagai berikut

$$\begin{aligned}
& Man_1 \leq 50 \\
& Man_2 \leq 50 \\
& \cdot \\
& \cdot \\
& \cdot \\
& Man_{12} \leq 50
\end{aligned} \tag{4.24}$$

9. Indikasi bahwa selama waktu perencanaan jumlah tenaga kerja yang digunakan merupakan bilangan bulat.

$$Man_t \text{ integer non negatives} \quad t = 1, \dots, 12 \tag{4.25}$$

10. Jumlah produk yang dijual, jumlah produk yang diproduksi pada waktu regular dan lembur, jumlah persediaan, penambahan dan pengurangan tenaga kerja tidak boleh bernilai negatif.

$$S_{it}, X_{it}, Y_{it}, I_{it}, H_t, F_t, W_{it}, U_{it} \text{ non negatives} \quad \forall i, t \quad (4.26)$$

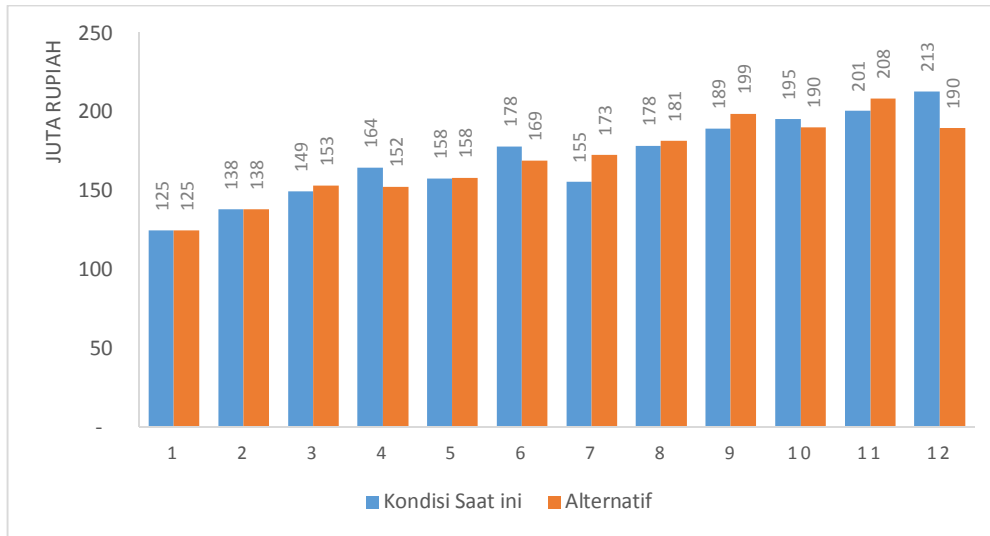
### 4.3 Analisis Hasil Penelitian

Data-data perusahaan yang telah terkumpul dilakukan pengolahan dengan menggunakan metode *mixed integer linear programming* dengan bantuan *software* lindo 6.1. Dalam pengolahan data ini, dilakukan perbandingan strategi perencanaan produksi dengan alternatif strategi jam kerja karyawan, jumlah karyawan yang digunakan dan jumlah persediaan yang akan dibandingkan dengan strategi perencanaan produksi yang dilakukan perusahaan saat ini yaitu menggunakan jumlah karyawan yang tetap.

Tabel 4.7 Summary Hasil Pengolahan Data CV. XYZ

| ITEM                | Satuan    | Strategi         |               | Selisih<br>(Delta) |
|---------------------|-----------|------------------|---------------|--------------------|
|                     |           | Kondisi Saat ini | Alternatif    |                    |
| Biaya               | Rupiah    | 2,043,458,430    | 2,036,236,800 | (7,221,630)        |
| Produksi Normal     | Unit      | 3,372,913        | 3,599,366     | 226,453            |
| Produksi Lembur     | Unit      | 226,453          | -             | (226,453)          |
| Persediaan          | Unit      | 275,883          | 212,183       | (63,700)           |
| Jam Kerja Normal    | Jam Orang | 85,126           | 90,079        | 4,953              |
| Jam Kerja Lembur    | Jam Orang | 4,953            | -             | (4,953)            |
| Jumlah Tenaga Kerja | Orang     | 43               | 50            | 7                  |

Tabel 4.7 menunjukan hasil pengolahan data yang telah dilakukan pada CV. XYZ. Hasil pemrograman Lindo 6.1 menunjukan bahwa strategi alternatif perencanaan produksi menghasilkan biaya produksi yang lebih rendah dibandingkan dengan strategi yang dilakukan perusahaan saat ini. Terjadi penurunan biaya produksi sebesar 0.4% dari Rp. 2,043,458,430 menjadi Rp. 2,036,236,800 atau turun sebesar Rp. 7,221,630 selama 12 bulan waktu perencanaan. Grafik perbandingan total biaya produksi antara strategi perencanaan produksi dapat dilihat pada gambar 4.1 dibawah ini.

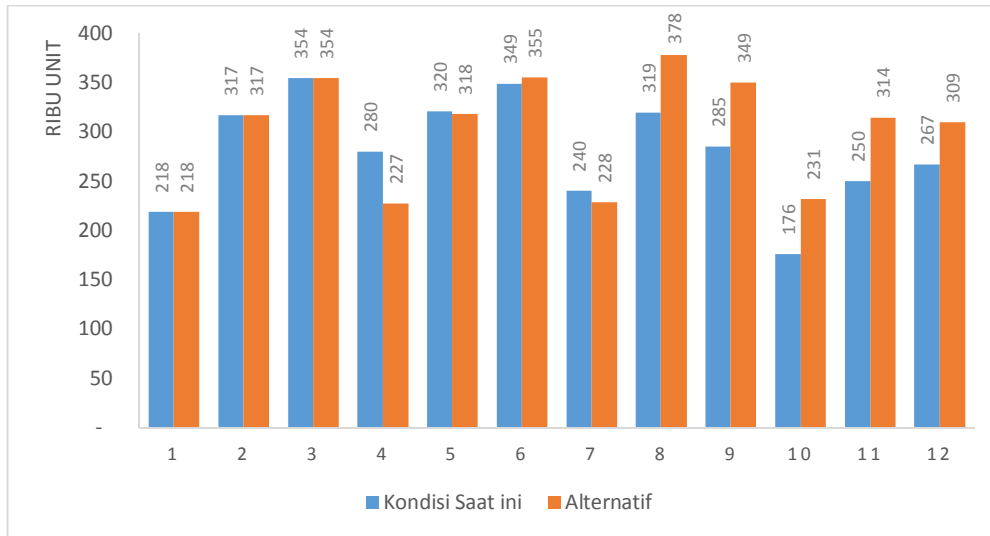


Gambar 4.1 Total Biaya Produksi Perakitan *Wiring Harness* (Juta Rupiah/Bulan)

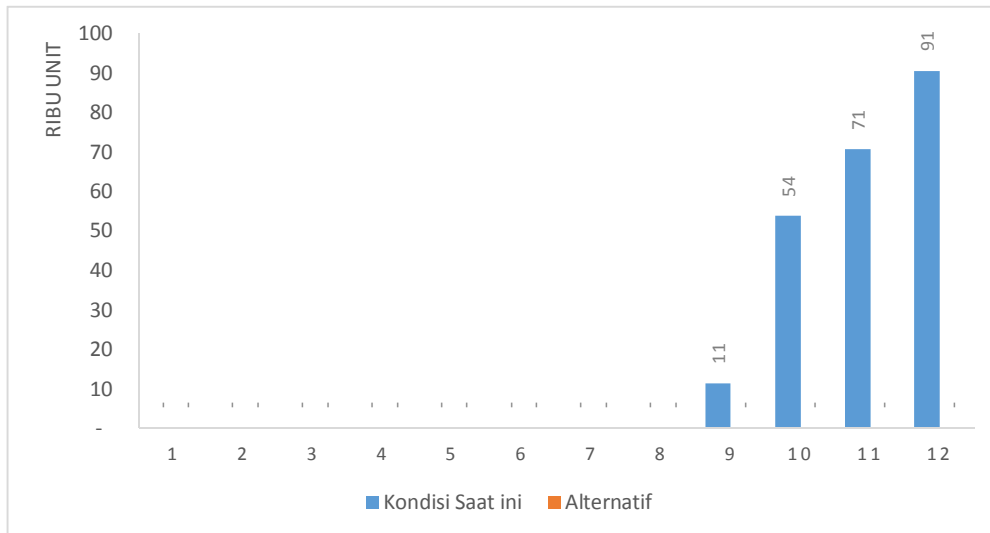
Terlihat pada gambar 4.1, bahwa biaya produksi semakin meningkat seiring dengan bertambahnya periode waktu perencanaan. Hal ini dikarenakan permintaan yang meningkat menyebabkan kenaikan pada biaya produksi. Pada periode awal bulan, strategi yang diterapkan perusahaan memiliki biaya produksi yang sedikit lebih murah dibandingkan dengan strategi alternatif. Akan tetapi seiring dengan meningkatnya jumlah permintaan, strategi alternatif menghasilkan biaya produksi yang lebih rendah bila dibandingkan dengan strategi yang diterapkan perusahaan saat ini, yaitu memiliki penurunan sebesar 0.4% atau Rp. 7,221,630. Hasil dari biaya produksi dapat dilihat secara lebih lengkap pada lampiran 1A.

#### 4.3.1 Analisis Jumlah Produksi Pada Jam Kerja Normal dan Lembur

Salah satu variabel keputusan dalam penelitian ini adalah  $X_{it}$  dan  $Y_{it}$ . Variabel ini menunjukkan jumlah produk yang diproduksi pada waktu jam kerja normal yang dapat terlihat pada gambar 4.2 dan Jumlah produksi pada waktu jam kerja lembur yang dapat terlihat pada gambar 4.3.



Gambar 4.2 Jumlah Produksi Pada Jam Kerja Reguler (Ribu Unit / Bulan)



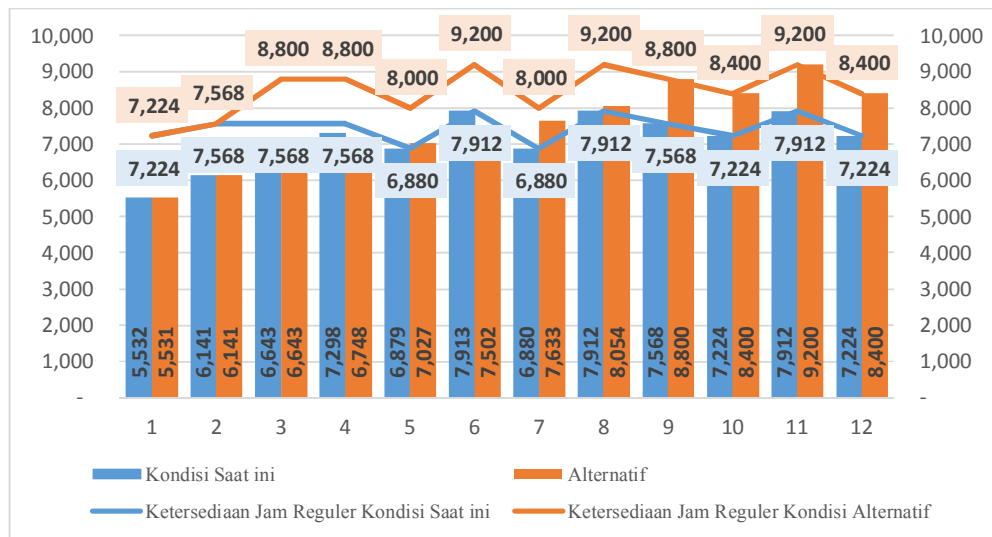
Gambar 4.3 Jumlah Produksi Pada Jam Kerja Lembur (Ribu Unit / Bulan)

Terlihat pada gambar 4.2 dan 4.3, bahwa dengan menggunakan strategi alternatif dapat meminimalkan biaya produksi dengan meningkatkan jumlah produksi pada jam kerja normal dan menghindari produksi pada waktu lembur, seperti yang terlihat pada gambar 4.3 dimana pada strategi alternatif sama sekali tidak memiliki produksi pada waktu lembur. Hal ini dikarenakan biaya tenaga kerja pada waktu kerja reguler relatif lebih rendah dibandingkan dengan biaya tenaga kerja pada waktu kerja lembur. Strategi alternatif memiliki jumlah produksi pada waktu kerja reguler lebih besar 6.7% dibandingkan dengan produksi pada kondisi strategi yang digunakan oleh perusahaan saat ini, dimana pada kondisi strategi

tersebut memiliki jumlah produksi sebesar 3,372,913 unit sedangkan kondisi strategi alternatif memiliki jumlah produksi pada jam kerja reguler sebesar 3,599,366 unit atau lebih besar 226,453 unit. Jumlah produksi pada waktu kerja reguler dan lembur dapat dilihat secara lebih lengkap pada lampiran 2.

#### 4.3.2 Analisis Kebutuhan Jumlah Jam Kerja Normal dan Lembur

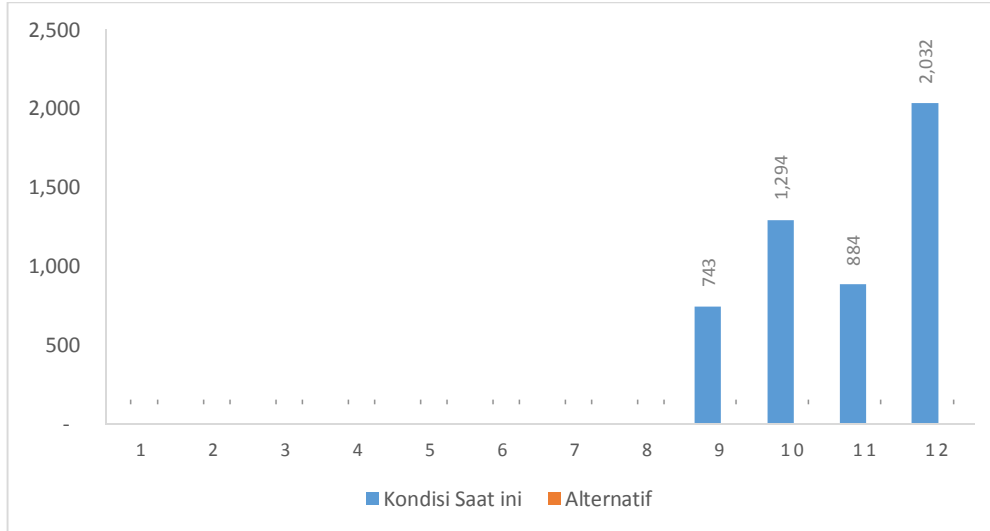
Seperti yang telah dijelaskan sebelumnya, bahwa perencanaan strategi alternatif memaksimalkan penggunaan jam kerja reguler dikarenakan biaya tenaga kerja pada jam kerja reguler relatif lebih rendah dibandingkan dengan jam kerja lembur. Terlihat pada gambar 4.4 dan 4.5, bahwa strategi perencanaan agregat memiliki kebutuhan jumlah jam kerja normal lebih besar dibandingkan dengan strategi yang digunakan oleh perusahaan.



Gambar 4.4 Kebutuhan Jumlah Jam Kerja Reguler (Jam Orang / Bulan)

Dalam perencanaan produksi pada kondisi strategi perusahaan saat ini seperti yang ditunjukkan pada gambar 4.4, memiliki ketersediaan jam kerja reguler yang lebih rendah dibandingkan dengan strategi alternatif. Hal ini dikarenakan strategi yang dilakukan perusahaan, menggunakan jumlah karyawan yang tetap, yakni sebanyak 43 karyawan. Sedangkan strategi alternatif memiliki fleksibilitas dalam penggunaan karyawan (*lihat gambar 4.7*). Sehingga ketika kebutuhan jam kerja produksi melebihi dari ketersediaan jam kerja reguler yang tersedia, akan menyebabkan tingkat kebutuhan jam lembur mengalami peningkatan seperti yang terlihat pada gambar 4.5 dibawah ini.





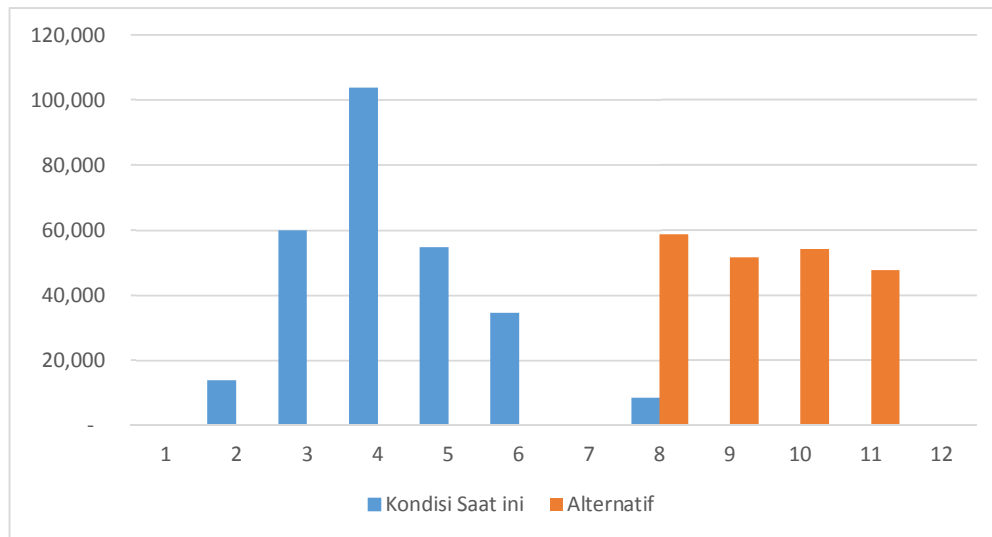
Gambar 4.5 Kebutuhan Jumlah Jam Kerja Lembur (Jam Orang / Bulan)

Pada gambar 4.5 terlihat bahwa pada periode akhir perencanaan, kebutuhan jam kerja lembur mengalami peningkatan. Hal ini dikarenakan permintaan pelanggan yang mengalami peningkatan diikuti dengan ketersediaan jumlah jam kerja reguler yang tersedia menyebabkan tingkat penggunaan jam lembur menjadi meningkat.

Pada kondisi strategi alternatif, seperti yang terlihat pada gambar 4.4, ketika permintaan pelanggan mengalami peningkatan, ketersediaan jam kerja reguler yang dimiliki perusahaan cukup untuk mempertemukan kebutuhan jam kerja untuk melakukan produksi, dikarenakan perusahaan memiliki fleksibilitas penggunaan karyawan yakni sebanyak 50 karyawan (*lihat gambar 4.7*) mengakibatkan ketersediaan jumlah jam kerja reguler dapat mengantisipasi kebutuhan produksi sehingga dapat menghindari kebutuhan jam kerja lembur perusahaan. Berdasarkan analisa diatas, strategi yang dilakukan perusahaan saat ini membutuhkan tambahan jam kerja lembur yang lebih besar dibandingkan dengan strategi alternatif, yang berdampak terhadap kenaikan biaya produksi perusahaan. Kebutuhan jumlah waktu kerja reguler dan lembur dapat dilihat secara lebih lengkap pada lampiran 3.

### 4.3.3 Analisis Jumlah Persediaan

Variabel persediaan dapat mengantisipasi keterbatasan sumber daya yang dimiliki perusahaan. Adanya persediaan dimaksudkan untuk membantu perusahaan untuk mempertemukan permintaan pelanggan dengan ketersediaan sumber daya yang dimiliki (Liu & Tu, 2008). Dari hasil formulasi model yang telah dilakukan dalam penelitian ini didapatkan hasil seperti yang terlampir pada gambar 4.6 dibawah ini.



Gambar 4.6 Jumlah Persediaan yang Disimpan (unit / bulan)

Gambar 4.6 menunjukkan jumlah persediaan yang disimpan oleh CV.XYZ selama periode perencanaan. Kolom biru merupakan jumlah persediaan yang disimpan pada kondisi strategi perusahaan saat ini, sedangkan kolom jingga merupakan jumlah persediaan yang disimpan pada kondisi strategi alternatif.

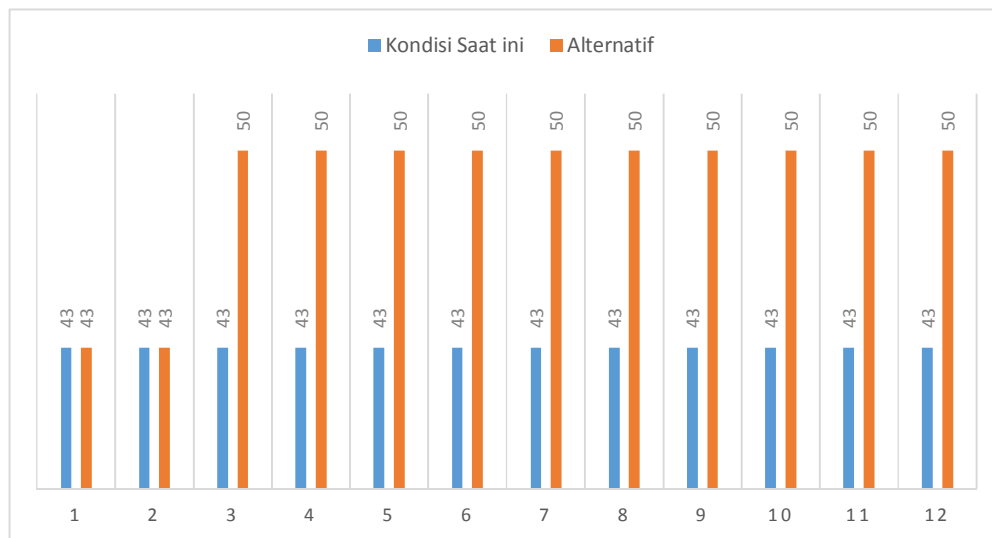
Terlihat pada gambar 4.6 bahwa pada kondisi strategi perusahaan saat ini memiliki persediaan pada periode bulan kedua hingga bulan keenam. Hal ini disebabkan pada periode tersebut, kebutuhan jam kerja reguler berada dibawah ketersediaan jam kerja reguler sehingga jumlah produksi pada jam kerja reguler dapat ditingkatkan untuk menyediakan persediaan dalam mengantisipasi kebutuhan periode berikutnya. Sedangkan setelah periode ketujuh dan kedelapan, strategi yang dilakukan perusahaan tidak memiliki persediaan dikarenakan kebutuhan jam kerja reguler sudah mencapai batas ketersediaan. Dengan mempertimbangkan antara biaya persediaan dan biaya penggunaan jam kerja lembur, maka pada periode

kesembilan hingga akhir periode dilakukan penambahan jam kerja lembur seperti yang ditunjukkan pada gambar 4.5.

Sedangkan untuk kondisi strategi alternatif seperti yang ditunjukkan pada gambar 4.6, bahwa untuk menghindari pemakaian jam kerja lembur maka perusahaan memaksimalkan pemakaian jam kerja reguler untuk membuat persediaan dalam mengantisipasi kebutuhan produksi pada periode berikutnya.

#### 4.3.4 Analisis Penggunaan Jumlah Karyawan yang dibutuhkan

Dalam meminimalkan biaya produksi dalam perakitan *wiring harness* CV. XYZ. Hasil pengolahan data yang didapatkan bahwa terdapat penambahan jumlah karyawan pada periode-periode tertentu seperti yang terlihat pada gambar 4.7 dibawah ini.



Gambar 4.7 Penggunaan Jumlah Karyawan yang Dibutuhkan (Orang / Bulan)

Pada gambar 4.7, terlihat bahwa pada strategi alternatif terjadi penambahan jumlah karyawan sebanyak 7 (tujuh) orang pada periode ketiga bulan perencanaan. Penambahan jumlah karyawan ini untuk mengantisipasi kebutuhan jumlah produksi yang diminta pelanggan dengan mempertimbangkan biaya produksi seminimal mungkin dengan meningkatkan ketersediaan jam kerja reguler.

#### 4.4 Analisa Sensitifitas

Hasil dari optimasi yang didapat dari sebuah model, dilakukan suatu analisa sensitifitas atau kepekaan terhadap perubahan-perubahan satu atau lebih dari

parameter-parameter komponen biaya operasional, tenaga kerja, dan biaya persediaan. Hal ini dimaksudkan untuk menguji keandalan sistem/model yang telah dibuat terhadap perubahan-perubahan pembatasnya.

#### 4.4.1 Sensitifitas Perubahan Parameter Biaya Operasional terhadap Solusi Optimal

Biaya operasional terdiri dari biaya pengemasan, biaya transportasi serta biaya *overhead*. Perubahan biaya operasional ini akan menyebabkan perubahan terhadap solusi optimal yang dicapai seperti yang terlihat pada tabel 4.8 dibawah ini, dimana diberikan kenaikan dan penurunan biaya operasional untuk diketahui bagaimana pengaruhnya terhadap solusi optimal yang didapatkan.

Tabel 4.8 Sensitifitas Perubahan Parameter Biaya Operasional terhadap Solusi Optimal

| Perubahan Parameter<br>Biaya Operasional | Solusi Optimal<br>Rupiah | Perubahan Biaya<br>Rupiah | Persentase Perubahan |
|--|--------------------------|---------------------------|----------------------|
| -10%                                     | 1,913,670,530            | (122,566,270)             | -6.0%                |
| -5%                                      | 1,974,953,665            | (61,283,135)              | -3.0%                |
| Tetap                                    | 2,036,236,800            | -                         | 0.0%                 |
| 5%                                       | 2,097,519,935            | 61,283,135                | 3.0%                 |
| 10%                                      | 2,158,803,070            | 122,566,270               | 6.0%                 |

Terlihat pada tabel 4.8 bahwa disaat disaat biaya operasional mengalami penurunan 10%, akan menyebabkan solusi optimal ikut berubah sebanyak 6% atau mengalami perubahan sebanyak Rp 122.566.270. Hal ini menunjukan bahwa CV. XYZ harus siap mengantisipasi kenaikan atau penurunan biaya operasional terhadap total biaya produksi yang didapatkan selama waktu perencanaan.

#### 4.4.2 Sensitifitas Perubahan Parameter Biaya Tenaga Kerja terhadap Solusi Optimal

Biaya tenaga kerja ini terdiri dari biaya tenaga kerja pada jam kerja normal maupun pada jam kerja lembur. Perubahan biaya tenaga kerja ini tentu akan menyebabkan perubahan terhadap solusi optimal yang dicapai seperti yang terlihat pada tabel 4.9 dibawah ini, dimana diberikan kenaikan dan penurunan biaya

operasional untuk diketahui bagaimana pengaruhnya terhadap solusi optimal yang didapatkan.

Tabel 4.9 Sensitifitas Perubahan Parameter Biaya Tenaga Kerja terhadap Solusi Optimal

| Perubahan Parameter | Solusi Optimal | Perubahan Biaya | Persentase Perubahan |
|---------------------|----------------|-----------------|----------------------|
| Biaya Tenaga Kerja  | Rupiah         | Rupiah          |                      |
| -10%                | 1,955,162,370  | (81,074,430)    | -4.0%                |
| -5%                 | 1,995,699,585  | (40,537,215)    | -2.0%                |
| Tetap               | 2,036,236,800  | -               | 0.0%                 |
| 5%                  | 2,076,774,015  | 40,537,215      | 2.0%                 |
| 10%                 | 2,117,311,230  | 81,074,430      | 4.0%                 |

Terlihat pada tabel 4.9, perubahan parameter biaya tenaga kerja juga berdampak terhadap perubahan solusi optimal, yaitu dengan perubahan parameter biaya tenaga kerja sebesar 10%, dapat mempengaruhi solusi optimal yang didapatkan sebesar 4% perubahan, atau sebesar Rp 81.074.430. Hal ini menunjukkan bahwa, kenaikan atau penurunan upah tenaga kerja dapat menyebabkan perubahan pada total biaya produksi perakitan *wiring harness* CV. XYZ selama waktu perencanaan.

#### 4.4.3 Sensitifitas Perubahan Parameter Demand terhadap Solusi Optimal

*Demand* merupakan peramalan permintaan pelanggan selama waktu perencanaan. Tabel 4.10 menunjukkan bagaimana pengaruh perubahan kenaikan atau penurunan *demand* terhadap solusi optimal yang didapatkan.

Tabel 4.10 Sensitifitas Perubahan Parameter Demand terhadap Solusi Optimal

| Perubahan Parameter | Solusi Optimal | Perubahan Biaya | Persentase Perubahan |
|---------------------|----------------|-----------------|----------------------|
| <i>Demand</i>       | Rupiah         | Rupiah          |                      |
| -10%                | 1,829,442,300  | (206,794,500)   | -10.2%               |
| -5%                 | 1,932,839,550  | (103,397,250)   | -5.1%                |
| Tetap               | 2,036,236,800  | -               | 0.0%                 |
| 5%                  | 2,139,634,050  | 103,397,250     | 5.1%                 |
| 10%                 | 2,243,031,300  | 206,794,500     | 10.2%                |

Terlihat pada tabel 4.10, bahwa perubahan *demand* sangat mempengaruhi solusi optimal yang didapatkan. Ketika permintaan pelanggan mengalami penurunan atau kenaikan 10%, akan berpengaruh terhadap solusi optimal total

biaya produksi yang didapatkan sebanyak 10% atau sebesar Rp 206.794.500. Artinya setiap perubahan 1% demand, akan memberikan dampak terhadap 1% total biaya produksi perakitan *wiring harness*. Hal ini menunjukkan bahwa, parameter *demand* ini merupakan parameter yang paling rentan terhadap solusi optimal yang didapatkan, sehingga perusahaan harus dapat mengantisipasi perubahan *demand* ini disesuaikan dengan kondisi keuangan perusahaan selama selang waktu perencanaan.

#### **4.5 Implikasi Manajerial**

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, terdapat beberapa skenario yang dapat dilakukan CV. XYZ dalam meminimalkan biaya produksi perakitan *wiring harness*. Sub bab ini akan membahas skenario yang akan dilakukan perusahaan beserta implikasi dari skenario tersebut.

Skenario pertama adalah dengan menggunakan strategi yang digunakan perusahaan saat ini, yaitu dengan menggunakan jumlah karyawan yang tetap. Pada strategi ini, perusahaan tidak memerlukan penambahan atau pengurangan karyawan sehingga perusahaan tidak perlu melakukan dan mengeluarkan biaya pelatihan maupun pemutusan hubungan kerja. Akan tetapi pada strategi ini terdapat kelemahan, yaitu apabila kebutuhan permintaan pelanggan meningkat akan menyebabkan peningkatan jam kerja lembur karyawan dikarenakan keterbatasan jam kerja waktu reguler (*gambar 4.4*) sehingga biaya lembur akan meningkat. Selain itu, apabila kebutuhan permintaan sedang mengalami fase penurunan akan menyebabkan pemborosan jam kerja karyawan. Sehingga menyebabkan biaya tenaga kerja tidak seimbang dengan kondisi pendapatan perusahaan.

Skenario kedua yaitu dengan menggunakan strategi fleksibilitas penggunaan jumlah karyawan. Pada strategi ini, perusahaan mencoba untuk melakukan penambahan atau pengurangan karyawan sesuai dengan kebutuhan permintaan pelanggan, sehingga perusahaan dapat menyeimbangkan antara keterbatasan sumber daya yang dimiliki dengan kebutuhan permintaan. Penggunaan strategi ini dapat menimbulkan biaya untuk perekrutan maupun pemutusan hubungan kerja. Selain itu perusahaan juga membutuhkan waktu untuk karyawan baru dalam beradaptasi terkait dengan tugas mereka. Perusahaan memiliki batas penambahan jumlah karyawan dikarenakan keterbatasan infrastruktur atau peralatan perakitan

yang dimiliki. Sehingga dalam penelitian ini dilakukan pembatasan penggunaan karyawan hingga maksimal 50 karyawan sesuai dengan peralatan perakitan yang dimiliki perusahaan. Terkait dengan pengurangan karyawan, hal ini akan berdampak terhadap moral yang dimiliki karyawan atas kenyamanan mereka dalam bekerja di perusahaan CV. XYZ.

## **BAB 5**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1 Kesimpulan**

Dari hasil pengolahan data yang telah dilakukan, terdapat beberapa kesimpulan yang dapat diperoleh dari penelitian ini, yaitu:

1. Dengan strategi penambahan jumlah karyawan yang digunakan selama periode 12 bulan perencanaan, dapat meminimalkan biaya produksi perakitan *wiring harness* CV. XYZ sebesar 0.4% atau Rp. 7,221,630 dari Rp. 2,043,458,430 menjadi Rp. 2,036,236,800.
2. Jumlah produksi jam kerja normal dan lembur yang optimal masing-masing sebesar 3,599,366 unit produk untuk jam kerja normal dan menghindari penggunaan jam kerja lembur dalam melakukan produksi.
3. Kebutuhan jam kerja normal dan lembur yang optimal masing-masing sebesar 90,079 jam orang untuk kebutuhan jam kerja normal dan tidak memiliki jam kerja lembur.
4. Jumlah persediaan yang optimal sebanyak 212,183 unit selama 12 bulan perencanaan.
5. Jumlah tenaga kerja yang optimal yaitu sebesar 50 orang karyawan atau, perusahaan perlu menambah jumlah karyawan mereka sebanyak 7 orang.

#### **5.2 Saran**

Mengingat masih banyaknya kekurangan dalam penelitian ini, maka diharapkan agar pada penelitian selanjutnya dapat dilakukan pengembangan yang lebih lanjut diantaranya, yaitu:

1. Pengembangan formulasi biaya tenaga kerja, dikarenakan dalam kondisi aktual di perusahaan, karyawan memiliki *layer* atau tingkatan jabatan yang dapat mempengaruhi biaya tenaga kerja.
2. Penambahan jumlah produk *cutting*, dimana pada kondisi aktual dilapangan, produk *cutting* memiliki banyak sekali variasi produk diantaranya variasi



panjang kabel serta variasi warna yang dipesan oleh pelanggan. Variasi-variasi tersebut memiliki kebutuhan biaya yang berbeda.

3. Penyesuaian dan evaluasi perencanaan produksi harus dilakukan setiap bulannya, dikarenakan ketidakpastian permintaan yang dihadapi perusahaan sehingga perencanaan produksi dapat berjalan dengan maksimal.
4. Terakhir saran untuk perusahaan CV. XYZ, ditinjau dari segi operasional mengingat bahwa CV. XYZ merupakan perusahaan subkontrak dimana memiliki tingkat resiko yang sangat tinggi apabila tidak adanya pesanan dari pelanggan. Sehingga disarankan untuk menggunakan tenaga kerja yang flexibel dengan perjanjian kerjasama yang telah disepakati sebelumnya.

## REFERENSI

- Aghezzaf, E.-H., Sitompul, C. & den.Broecke, F. V., 2011. A Robust Hierarchial Production Planning for a Capacitated two-stage Production System. *Computers & Industrial Engineering*, Volume 60, hal. 361-372.
- Al-e-hashem, S. M., Malekly, H. & Aryanezhad, M., 2011. International Journal of Production Economics. *A Multi Objective Robust Optimization Model for Multi Product Multi Site Agregate Production Planning in a Supply Chain Under Uncertainty*, Volume 134, hal. 28-42.
- Ayala, C., 1999. *Automotive Wiring Harness: Manufacturing Process*. s.l.:ECE 539.
- Azzi, A. et al., 2014. Inventory holding costs measurement: a multi-case study. *The International Journal of Logistics Management*, 25(1), hal. 109-132.
- Buxey, G., 2005. Agregate Planning for Seasonal Demand: Reconciling Theory with Practice. *International Journal of Operations & Production Management*, Volume 25, hal. 1083-1100.
- Chase, R. B., Jacobs, F. R. & Aquilano, N. J., 2006. *Operations Management for Competitive Advantage*. New York: McGraw-Hill/Irwin.
- Didik Mukti Ali Hidayat., 2004. Perencanaan Produksi Agregat di PT. Putri Gelora Jasa, Tesis Magister., Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.
- Gansterer, M., 2015. Agregate planning and forecasting in make-to-order production systems. *Int. J. Production Economics*, hal. 521-528.
- Kumar, S. A. & Suresh, N., 2008. *Production and Operations Management*. 2nd ed. New Delhi: New Age International (P) Limited.
- Leung, S. C. & Chan, S. S., 2009. A Goal Programming Model for Agregate Production Planning with Resource Utilization Constraint. *Computers & Industrial Engineering*, Volume 56, hal. 1053-1064.
- Liu, X. & Tu, Y., 2008. Production Planning with limited inventory capacity and allowed stockout. *International Journal of Production Economics*, Volume 111, hal. 180-191.

- Nam, S.-j. & Longendran, R., 1992. Agregate Production Planning - A Survey of Models and Methodologies. *European Journal of Operational Research*, Volume 61, hal. 255-272.
- Siswanto, 2006. *Operations Research*. Bogor: Erlangga.
- Takey, F. M. & Mesquita, M. A., 2006. Agregate Planning for a Large Food Manufacturer with High Seasonal Demand. *Brazilian Journal of Operations & Production Management* , Volume 3, hal. 05-20.

## Lampiran 1. Perbandingan Biaya Produksi Alternatif Strategi Pertama dan Kedua

### Lampiran 1A. Perbandingan Total Biaya Produksi (Rupiah per Bulan)

| Strategi         | Periode     |             |             |             |             |             |              |             |             |             |             |             | Total         |
|------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|---------------|
|                  | 1           | 2           | 3           | 4           | 5           | 6           | 7            | 8           | 9           | 10          | 11          | 12          |               |
| Kondisi Saat ini | 124,761,418 | 138,095,309 | 149,335,393 | 164,318,587 | 157,542,791 | 178,041,414 | 155,350,201  | 178,408,016 | 189,225,833 | 195,041,288 | 200,518,181 | 212,819,997 | 2,043,458,430 |
| Alternatif       | 124,752,418 | 138,091,639 | 153,169,599 | 152,418,957 | 158,239,660 | 168,885,700 | 172,565,776  | 181,353,806 | 198,737,203 | 190,221,918 | 208,186,453 | 189,613,671 | 2,036,236,800 |
| Selisih          | 9,000       | 3,670       | (3,834,206) | 11,899,630  | (696,869)   | 9,155,714   | (17,215,575) | (2,945,790) | (9,511,370) | 4,819,371   | (7,668,272) | 23,206,326  | 7,221,630     |

### Lampiran 1B. Perbandingan Jumlah Unit yang diproduksi pada Waktu Kerja Regular (Unit per Bulan)

| Strategi         | Periode |         |         |         |         |         |         |          |          |          |          |          | Total     |
|------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------|
|                  | 1       | 2       | 3       | 4       | 5       | 6       | 7       | 8        | 9        | 10       | 11       | 12       |           |
| Kondisi Saat ini | 218,470 | 316,622 | 353,748 | 279,646 | 320,105 | 348,599 | 239,843 | 319,106  | 284,576  | 175,810  | 249,711  | 266,677  | 3,372,913 |
| Alternatif       | 218,470 | 316,622 | 353,748 | 227,116 | 317,871 | 354,837 | 228,368 | 377,856  | 349,466  | 231,421  | 314,222  | 309,369  | 3,599,366 |
| Selisih          | -       | -       | -       | 52,530  | 2,234   | (6,238) | 11,475  | (58,750) | (64,890) | (55,611) | (64,511) | (42,692) | (226,453) |

### Lampiran 1C. Perbandingan Jumlah Unit yang diproduksi pada Waktu Kerja Lembur (Unit per Bulan)

| Strategi         | Periode |   |   |   |   |   |   |   |        |        |        |        | Total   |
|------------------|---------|---|---|---|---|---|---|---|--------|--------|--------|--------|---------|
|                  | 1       | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9      | 10     | 11     | 12     |         |
| Kondisi Saat ini | -       | - | - | - | - | - | - | - | 11,427 | 53,807 | 70,658 | 90,561 | 226,453 |
| Alternatif       | -       | - | - | - | - | - | - | - | -      | -      | -      | -      | -       |
| Selisih          | -       | - | - | - | - | - | - | - | 11,427 | 53,807 | 70,658 | 90,561 | 226,453 |

**Lampiran 1D. Perbandingan Jam Kerja Reguler (Jam Orang per Bulan)**

| Strategi         | Periode |       |       |       |       |       |       |       |         |         |         |         | Total   |
|------------------|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|---------|---------|---------|---------|---------|
|                  | 1       | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     | 8     | 9       | 10      | 11      | 12      |         |
| Kondisi Saat ini | 5,532   | 6,141 | 6,643 | 7,298 | 6,879 | 7,913 | 6,880 | 7,912 | 7,568   | 7,224   | 7,912   | 7,224   | 85,126  |
| Alternatif       | 5,531   | 6,141 | 6,643 | 6,748 | 7,027 | 7,502 | 7,633 | 8,054 | 8,800   | 8,400   | 9,200   | 8,400   | 90,079  |
| Selisih          | 1       | -     | -     | 550   | (147) | 411   | (753) | (142) | (1,232) | (1,176) | (1,288) | (1,176) | (4,953) |

**Lampiran 1E. Perbandingan Jam Kerja Lembur (Jam Orang per Bulan)**

| Strategi         | Periode |   |   |   |   |   |   |   |     |       |     |       | Total |
|------------------|---------|---|---|---|---|---|---|---|-----|-------|-----|-------|-------|
|                  | 1       | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9   | 10    | 11  | 12    |       |
| Kondisi Saat ini | -       | - | - | - | - | - | - | - | 743 | 1,294 | 884 | 2,032 | 4,953 |
| Alternatif       | -       | - | - | - | - | - | - | - | -   | -     | -   | -     | -     |
| Selisih          | -       | - | - | - | - | - | - | - | 743 | 1,294 | 884 | 2,032 | 4,953 |

**Lampiran 1F. Perbandingan Jumlah Persediaan yang disimpan (Unit per Bulan)**

| Strategi         | Periode |        |        |         |        |        |   |          |          |          |          |    | Total   |
|------------------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|---|----------|----------|----------|----------|----|---------|
|                  | 1       | 2      | 3      | 4       | 5      | 6      | 7 | 8        | 9        | 10       | 11       | 12 |         |
| Kondisi Saat ini | 40      | 13,982 | 60,000 | 103,907 | 54,763 | 34,583 | - | 8,608    | -        | -        | -        | -  | 275,883 |
| Alternatif       | 40      | 40     | -      | -       | -      | -      | - | 58,735   | 51,753   | 54,016   | 47,599   | -  | 212,183 |
| Selisih          | -       | 13,942 | 60,000 | 103,907 | 54,763 | 34,583 | - | (50,127) | (51,753) | (54,016) | (47,599) | -  | 63,700  |

## Lampiran 2. Jumlah Produksi Pada Waktu Reguler (Unit Per Bulan)

### Lampiran 2A. Jumlah Produksi Waktu Reguler Strategi Perusahaan Saat ini

| <b>Produksi</b> | <b>Periode</b> |                |                |                |                |                |                |                |                |                |                |                |
|-----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| <b>Produk</b>   | <b>1</b>       | <b>2</b>       | <b>3</b>       | <b>4</b>       | <b>5</b>       | <b>6</b>       | <b>7</b>       | <b>8</b>       | <b>9</b>       | <b>10</b>      | <b>11</b>      | <b>12</b>      |
| 01H002          | 5,558          | 6,238          | 11,811         | 7,323          | 7,703          | 13,276         | 8,788          | 9,168          | 14,741         | 10,253         | 154            | 16,206         |
| R1H090          | -              | -              | -              | -              | -              | -              | -              | -              | -              | -              | -              | -              |
| S1H103          | 28,280         | 34,986         | 31,910         | 28,950         | 32,057         | 28,981         | 26,021         | 29,128         | 14,624         | 4,182          | 26,198         | 23,122         |
| S1H005          | 27,300         | 23,523         | 29,257         | 38,199         | 33,522         | 39,257         | 48,199         | 43,522         | 49,256         | 58,198         | 53,521         | 32,707         |
| T1H21A          | -              | -              | 259            | -              | -              | 97             | -              | -              | -              | -              | -              | -              |
| T1H40A          | 2,228          | 3,680          | 3,212          | 2,952          | 4,224          | 3,756          | 3,497          | 4,768          | 4,300          | 4,041          | -              | -              |
| T1H40B          | 2,963          | 4,747          | 4,701          | 4,270          | 5,884          | 5,839          | 5,407          | 7,022          | 6,976          | 6,545          | 8,159          | 8,114          |
| T1H046          | 22             | 44             | 104            | 32             | 55             | 115            | 43             | 65             | 126            | -              | 76             | 137            |
| T1H052          | 2,126          | 2,021          | 2,266          | 3,440          | 2,257          | 3,443          | 1,819          | 2,991          | 3,232          | 3,578          | 3,474          | 3,718          |
| P1H175          | 28,236         | 25,331         | 77,945         | 83,472         | 29,348         | 58,607         | -              | 37,008         | 72,410         | -              | 29,938         | 82,552         |
| P1H177          | 31,352         | 31,489         | 35,791         | 39,144         | 39,282         | 57,526         | 92,995         | 38,452         | -              | 54,730         | -              | -              |
| T1H072          | 90,405         | 184,563        | 156,492        | 71,864         | 165,772        | 137,702        | 53,074         | 146,982        | 118,911        | 34,283         | 128,191        | 100,121        |
| <b>Total</b>    | <b>218,470</b> | <b>316,622</b> | <b>353,748</b> | <b>279,646</b> | <b>320,104</b> | <b>348,599</b> | <b>239,843</b> | <b>319,106</b> | <b>284,576</b> | <b>175,810</b> | <b>249,711</b> | <b>266,677</b> |

**Lampiran 2B. Jumlah Produksi Waktu Reguler Strategi Alternatif**

| <b>Produksi</b> | <b>Periode</b> |                |                |                |                |                |                |                |                |                |                |                |
|-----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| <b>Produk</b>   | <b>1</b>       | <b>2</b>       | <b>3</b>       | <b>4</b>       | <b>5</b>       | <b>6</b>       | <b>7</b>       | <b>8</b>       | <b>9</b>       | <b>10</b>      | <b>11</b>      | <b>12</b>      |
| 01H002          | 5,558          | 6,238          | 11,811         | 7,323          | 7,703          | 13,276         | 8,788          | 9,168          | 14,741         | 10,253         | 10,633         | 16,206         |
| R1H090          | -              | -              | -              | -              | -              | -              | -              | -              | -              | -              | -              | -              |
| S1H103          | 28,280         | 34,986         | 31,910         | 28,950         | 32,057         | 28,981         | 26,021         | 29,128         | 26,051         | 23,092         | 26,198         | 23,122         |
| S1H005          | 27,300         | 23,523         | 29,257         | 38,199         | 33,522         | 39,257         | 48,199         | 43,522         | 49,256         | 58,198         | 53,521         | 59,255         |
| T1H21A          | -              | -              | 259            | -              | -              | 97             | -              | -              | -              | -              | -              | -              |
| T1H40A          | 2,228          | 3,680          | 3,212          | 2,952          | 4,224          | 3,756          | 3,497          | 4,768          | 4,300          | 4,041          | 5,312          | 4,844          |
| T1H40B          | 2,963          | 4,747          | 4,701          | 4,270          | 5,884          | 5,839          | 5,407          | 7,022          | 6,976          | 6,545          | 8,159          | 8,114          |
| T1H046          | 22             | 44             | 104            | 32             | 55             | 115            | 43             | 65             | 126            | 54             | 76             | 137            |
| T1H052          | 2,126          | 2,021          | 2,266          | 2,610          | 2,505          | 2,750          | 3,094          | 3,130          | 3,959          | 3,378          | 4,157          | 2,370          |
| P1H175          | 28,236         | 25,331         | 77,945         | 31,772         | 26,867         | 79,480         | 33,308         | 86,996         | 57,264         | -              | 76,459         | 36,031         |
| P1H177          | 31,352         | 31,489         | 35,791         | 39,144         | 39,282         | 43,584         | 46,937         | 47,075         | 67,882         | 91,577         | 1,516          | 59,169         |
| T1H072          | 90,405         | 184,563        | 156,492        | 71,864         | 165,772        | 137,702        | 53,074         | 146,982        | 118,911        | 34,283         | 128,191        | 100,121        |
| <b>Total</b>    | <b>218,470</b> | <b>316,622</b> | <b>353,748</b> | <b>227,116</b> | <b>317,871</b> | <b>354,837</b> | <b>228,368</b> | <b>377,856</b> | <b>349,466</b> | <b>231,421</b> | <b>314,222</b> | <b>309,369</b> |

### Lampiran 3. Jumlah Produksi Pada Waktu Lembur (Unit Per Bulan)

#### Lampiran 3A. Jumlah Produksi Waktu Lembur Strategi Perusahaan Saat ini

| <b>Produksi</b> | <b>Periode</b> |          |          |          |          |          |          |          |               |               |               |               |
|-----------------|----------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| <b>Produk</b>   | <b>1</b>       | <b>2</b> | <b>3</b> | <b>4</b> | <b>5</b> | <b>6</b> | <b>7</b> | <b>8</b> | <b>9</b>      | <b>10</b>     | <b>11</b>     | <b>12</b>     |
| 01H002          | -              | -        | -        | -        | -        | -        | -        | -        | -             | -             | 10,479        | -             |
| R1H090          | -              | -        | -        | -        | -        | -        | -        | -        | -             | -             | -             | -             |
| S1H103          | -              | -        | -        | -        | -        | -        | -        | -        | 11,427        | 18,910        | -             | -             |
| S1H005          | -              | -        | -        | -        | -        | -        | -        | -        | -             | -             | -             | 26,548        |
| T1H21A          | -              | -        | -        | -        | -        | -        | -        | -        | -             | -             | -             | -             |
| T1H40A          | -              | -        | -        | -        | -        | -        | -        | -        | -             | -             | 5,312         | 4,844         |
| T1H40B          | -              | -        | -        | -        | -        | -        | -        | -        | -             | -             | -             | -             |
| T1H046          | -              | -        | -        | -        | -        | -        | -        | -        | -             | 54            | -             | -             |
| T1H052          | -              | -        | -        | -        | -        | -        | -        | -        | -             | -             | -             | -             |
| P1H175          | -              | -        | -        | -        | -        | -        | -        | -        | -             | 34,843        | -             | -             |
| P1H177          | -              | -        | -        | -        | -        | -        | -        | -        | -             | -             | 54,867        | 59,169        |
| T1H072          | -              | -        | -        | -        | -        | -        | -        | -        | -             | -             | -             | -             |
| <b>Total</b>    | -              | -        | -        | -        | -        | -        | -        | -        | <b>11,427</b> | <b>53,807</b> | <b>70,658</b> | <b>90,561</b> |



**Lampiran 3B. Jumlah Produksi Waktu Lembur Strategi Alternatif**

| <b>Produksi</b> | <b>Periode</b> |          |          |          |          |          |          |          |          |           |           |           |
|-----------------|----------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------|-----------|-----------|
| <b>Produk</b>   | <b>1</b>       | <b>2</b> | <b>3</b> | <b>4</b> | <b>5</b> | <b>6</b> | <b>7</b> | <b>8</b> | <b>9</b> | <b>10</b> | <b>11</b> | <b>12</b> |
| 01H002          | -              | -        | -        | -        | -        | -        | -        | -        | -        | -         | -         | -         |
| R1H090          | -              | -        | -        | -        | -        | -        | -        | -        | -        | -         | -         | -         |
| S1H103          | -              | -        | -        | -        | -        | -        | -        | -        | -        | -         | -         | -         |
| S1H005          | -              | -        | -        | -        | -        | -        | -        | -        | -        | -         | -         | -         |
| T1H21A          | -              | -        | -        | -        | -        | -        | -        | -        | -        | -         | -         | -         |
| T1H40A          | -              | -        | -        | -        | -        | -        | -        | -        | -        | -         | -         | -         |
| T1H40B          | -              | -        | -        | -        | -        | -        | -        | -        | -        | -         | -         | -         |
| T1H046          | -              | -        | -        | -        | -        | -        | -        | -        | -        | -         | -         | -         |
| T1H052          | -              | -        | -        | -        | -        | -        | -        | -        | -        | -         | -         | -         |
| P1H175          | -              | -        | -        | -        | -        | -        | -        | -        | -        | -         | -         | -         |
| P1H177          | -              | -        | -        | -        | -        | -        | -        | -        | -        | -         | -         | -         |
| T1H072          | -              | -        | -        | -        | -        | -        | -        | -        | -        | -         | -         | -         |
| <b>Total</b>    | <b>-</b>       | <b>-</b> | <b>-</b> | <b>-</b> | <b>-</b> | <b>-</b> | <b>-</b> | <b>-</b> | <b>-</b> | <b>-</b>  | <b>-</b>  | <b>-</b>  |

#### Lampiran 4. Kebutuhan Jam Kerja Reguler (Jam Orang per Bulan)

##### Lampiran 4A. Kebutuhan Jam Kerja Reguler Strategi Perusahaan Saat ini

| <b>Jam Regular</b>                            | <b>Periode</b> |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |
|---|----------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| <b>Produk</b>                                 | <b>1</b>       | <b>2</b>     | <b>3</b>     | <b>4</b>     | <b>5</b>     | <b>6</b>     | <b>7</b>     | <b>8</b>     | <b>9</b>     | <b>10</b>    | <b>11</b>    | <b>12</b>    |
| 01H002  | 172            | 193          | 366          | 227          | 239          | 412          | 272          | 284          | 457          | 318          | 5            | 502          |
| R1H090  | -              | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            |
| S1H103  | 1,838          | 2,274        | 2,074        | 1,882        | 2,084        | 1,884        | 1,691        | 1,893        | 951          | 272          | 1,703        | 1,503        |
| S1H005  | 1,556          | 1,341        | 1,668        | 2,177        | 1,911        | 2,238        | 2,747        | 2,481        | 2,808        | 3,317        | 3,051        | 1,864        |
| T1H21A  | -              | -            | 41           | -            | -            | 15           | -            | -            | -            | -            | -            | -            |
| T1H40A  | 212            | 350          | 305          | 280          | 401          | 357          | 332          | 453          | 409          | 384          | -            | -            |
| T1H40B  | 314            | 503          | 498          | 453          | 624          | 619          | 573          | 744          | 739          | 694          | 865          | 860          |
| T1H046  | 12             | 25           | 59           | 18           | 31           | 65           | 24           | 38           | 71           | -            | 42           | 77           |
| T1H052  | 1,278          | 1,215        | 1,362        | 2,067        | 1,356        | 2,070        | 1,093        | 1,797        | 1,943        | 2,150        | 2,088        | 2,235        |
| P1H175  | 28             | 25           | 78           | 83           | 29           | 59           | -            | 37           | 72           | -            | 30           | 83           |
| P1H177  | 31             | 31           | 36           | 39           | 39           | 57           | 93           | 38           | -            | 55           | -            | -            |
| T1H072  | 90             | 185          | 156          | 72           | 166          | 138          | 53           | 147          | 119          | 34           | 128          | 100          |
| <b>Total Jam</b>                              | <b>5,532</b>   | <b>6,141</b> | <b>6,643</b> | <b>7,298</b> | <b>6,879</b> | <b>7,912</b> | <b>6,880</b> | <b>7,912</b> | <b>7,568</b> | <b>7,224</b> | <b>7,912</b> | <b>7,224</b> |
| <b>Ketersediaan<br/>Jam Kerja<br/>Regular</b> | <b>7,224</b>   | <b>7,568</b> | <b>7,568</b> | <b>7,568</b> | <b>6,880</b> | <b>7,912</b> | <b>6,880</b> | <b>7,912</b> | <b>7,568</b> | <b>7,224</b> | <b>7,912</b> | <b>7,224</b> |

**Lampiran 4B. Kebutuhan Jam Kerja Reguler Alternatif Strategi Alternatif**

| <b>Jam Regular</b>                            | <b>Periode</b> |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |
|---|----------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| <b>Produk</b>                                 | <b>1</b>       | <b>2</b>     | <b>3</b>     | <b>4</b>     | <b>5</b>     | <b>6</b>     | <b>7</b>     | <b>8</b>     | <b>9</b>     | <b>10</b>    | <b>11</b>    | <b>12</b>    |
| 01H002  | 172            | 193          | 366          | 227          | 239          | 412          | 272          | 284          | 457          | 318          | 330          | 502          |
| R1H090  | -              | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            |
| S1H103  | 1,838          | 2,274        | 2,074        | 1,882        | 2,084        | 1,884        | 1,691        | 1,893        | 1,693        | 1,501        | 1,703        | 1,503        |
| S1H005  | 1,556          | 1,341        | 1,668        | 2,177        | 1,911        | 2,238        | 2,747        | 2,481        | 2,808        | 3,317        | 3,051        | 3,378        |
| T1H21A  | -              | -            | 41           | -            | -            | 15           | -            | -            | -            | -            | -            | -            |
| T1H40A  | 211            | 350          | 305          | 280          | 401          | 357          | 332          | 453          | 409          | 384          | 505          | 460          |
| T1H40B  | 314            | 503          | 498          | 453          | 624          | 619          | 573          | 744          | 739          | 694          | 865          | 860          |
| T1H046  | 12             | 25           | 59           | 18           | 31           | 65           | 24           | 37           | 71           | 30           | 43           | 77           |
| T1H052  | 1,278          | 1,215        | 1,362        | 1,569        | 1,506        | 1,653        | 1,859        | 1,881        | 2,379        | 2,030        | 2,498        | 1,424        |
| P1H175  | 28             | 25           | 78           | 32           | 27           | 79           | 33           | 87           | 58           | -            | 76           | 37           |
| P1H177  | 31             | 31           | 36           | 39           | 39           | 44           | 47           | 47           | 68           | 92           | 2            | 59           |
| T1H072  | 90             | 185          | 156          | 72           | 166          | 138          | 53           | 147          | 119          | 34           | 128          | 100          |
| <b>Total Jam</b>                              | <b>5,531</b>   | <b>6,141</b> | <b>6,643</b> | <b>6,748</b> | <b>7,027</b> | <b>7,502</b> | <b>7,633</b> | <b>8,054</b> | <b>8,800</b> | <b>8,400</b> | <b>9,200</b> | <b>8,400</b> |
| <b>Ketersediaan<br/>Jam Kerja<br/>Regular</b> | <b>7,224</b>   | <b>7,568</b> | <b>8,800</b> | <b>8,800</b> | <b>8,000</b> | <b>9,200</b> | <b>8,000</b> | <b>9,200</b> | <b>8,800</b> | <b>8,400</b> | <b>9,200</b> | <b>8,400</b> |

## Lampiran 5. Kebutuhan Jam Kerja Lembur (Jam Orang per Bulan)

### Lampiran 5A. Kebutuhan Jam Kerja Lembur Strategi Perusahaan Saat ini

| <b>Jam Lembur</b>                            | <b>Periode</b> |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |
|--|----------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| <b>Produk</b>                                | <b>1</b>       | <b>2</b>     | <b>3</b>     | <b>4</b>     | <b>5</b>     | <b>6</b>     | <b>7</b>     | <b>8</b>     | <b>9</b>     | <b>10</b>    | <b>11</b>    | <b>12</b>    |
| 01H002                                       | -              | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | 325          | -            |
| R1H090                                       | -              | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            |
| S1H103                                       | -              | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | 743          | 1,229        | -            | -            |
| S1H005                                       | -              | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | 1,513        |
| T1H21A                                       | -              | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            |
| T1H40A                                       | -              | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | 504          | 460          |
| T1H40B                                       | -              | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            |
| T1H046                                       | -              | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | 30           | -            | -            |
| T1H052                                       | -              | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            |
| P1H175                                       | -              | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | 35           | -            | -            |
| P1H177                                       | -              | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | 55           | 59           |
| T1H072                                       | -              | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            |
| <b>Total Jam</b>                             | -              | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | <b>743</b>   | <b>1,294</b> | <b>884</b>   | <b>2,032</b> |
| <b>Ketersediaan<br/>Jam Kerja<br/>Lembur</b> | <b>3,612</b>   | <b>3,784</b> | <b>3,784</b> | <b>3,784</b> | <b>3,440</b> | <b>3,956</b> | <b>3,440</b> | <b>3,956</b> | <b>3,784</b> | <b>3,612</b> | <b>3,956</b> | <b>3,612</b> |

**Lampiran 5B. Kebutuhan Jam Kerja Lembur Strategi Alternatif**

| <b>Jam Lembur</b>                            | <b>Periode</b> |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |
|--|----------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| <b>Produk</b>                                | <b>1</b>       | <b>2</b>     | <b>3</b>     | <b>4</b>     | <b>5</b>     | <b>6</b>     | <b>7</b>     | <b>8</b>     | <b>9</b>     | <b>10</b>    | <b>11</b>    | <b>12</b>    |
| 01H002                                       | -              | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            |
| R1H090                                       | -              | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            |
| S1H103                                       | -              | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            |
| S1H005                                       | -              | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            |
| T1H21A                                       | -              | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            |
| T1H40A                                       | -              | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            |
| T1H40B                                       | -              | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            |
| T1H046                                       | -              | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            |
| T1H052                                       | -              | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            |
| P1H175                                       | -              | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            |
| P1H177                                       | -              | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            |
| T1H072                                       | -              | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            |
| <b>Total Jam</b>                             | -              | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            |
| <b>Ketersediaan<br/>Jam Kerja<br/>Lembur</b> | <b>3,612</b>   | <b>3,784</b> | <b>4,400</b> | <b>4,400</b> | <b>4,000</b> | <b>4,600</b> | <b>4,000</b> | <b>4,600</b> | <b>4,400</b> | <b>4,200</b> | <b>4,600</b> | <b>4,200</b> |

**Lampiran 6. Jumlah Persediaan yang disimpan (Unit per Bulan)**

**Lampiran 6A. Jumlah Persediaan yang disimpan Strategi Perusahaan Saat ini**

| <b>Produksi</b> | <b>Periode</b> |               |               |                |               |               |          |              |          |           |           |           |
|-----------------|----------------|---------------|---------------|----------------|---------------|---------------|----------|--------------|----------|-----------|-----------|-----------|
| <b>Produk</b>   | <b>1</b>       | <b>2</b>      | <b>3</b>      | <b>4</b>       | <b>5</b>      | <b>6</b>      | <b>7</b> | <b>8</b>     | <b>9</b> | <b>10</b> | <b>11</b> | <b>12</b> |
| 01H002          | -              | -             | -             | -              | -             | -             | -        | -            | -        | -         | -         | -         |
| R1H090          | -              | -             | -             | -              | -             | -             | -        | -            | -        | -         | -         | -         |
| S1H103          | -              | -             | -             | -              | -             | -             | -        | -            | -        | -         | -         | -         |
| S1H005          | -              | -             | -             | -              | -             | -             | -        | -            | -        | -         | -         | -         |
| T1H21A          | 40             | 40            | -             | -              | -             | -             | -        | -            | -        | -         | -         | -         |
| T1H40A          | -              | -             | -             | -              | -             | -             | -        | -            | -        | -         | -         | -         |
| T1H40B          | -              | -             | -             | -              | -             | -             | -        | -            | -        | -         | -         | -         |
| T1H046          | -              | -             | -             | -              | -             | -             | -        | -            | -        | -         | -         | -         |
| T1H052          | -              | -             | -             | 830            | 582           | 1,275         | -        | 2            | -        | -         | -         | -         |
| P1H175          | -              | -             | -             | 51,700         | 54,181        | 33,308        | -        | 8,606        | -        | -         | -         | -         |
| P1H177          | -              | 13,942        | 60,000        | 51,377         | -             | -             | -        | -            | -        | -         | -         | -         |
| T1H072          | -              | -             | -             | -              | -             | -             | -        | -            | -        | -         | -         | -         |
| <b>Total</b>    | <b>40</b>      | <b>13,982</b> | <b>60,000</b> | <b>103,907</b> | <b>54,763</b> | <b>34,583</b> | <b>-</b> | <b>8,608</b> | <b>-</b> | <b>-</b>  | <b>-</b>  | <b>-</b>  |

**Lampiran 6B. Jumlah Persediaan yang disimpan Strategi Alternatif**

| <b>Produksi</b> | <b>Periode</b> |           |          |          |          |          |          |               |               |               |               |           |
|-----------------|----------------|-----------|----------|----------|----------|----------|----------|---------------|---------------|---------------|---------------|-----------|
| <b>Produk</b>   | <b>1</b>       | <b>2</b>  | <b>3</b> | <b>4</b> | <b>5</b> | <b>6</b> | <b>7</b> | <b>8</b>      | <b>9</b>      | <b>10</b>     | <b>11</b>     | <b>12</b> |
| 01H002          | -              | -         | -        | -        | -        | -        | -        | -             | -             | -             | -             | -         |
| R1H090          | -              | -         | -        | -        | -        | -        | -        | -             | -             | -             | -             | -         |
| S1H103          | -              | -         | -        | -        | -        | -        | -        | -             | -             | -             | -             | -         |
| S1H005          | -              | -         | -        | -        | -        | -        | -        | -             | -             | -             | -             | -         |
| T1H21A          | 40             | 40        | -        | -        | -        | -        | -        | -             | -             | -             | -             | -         |
| T1H40A          | -              | -         | -        | -        | -        | -        | -        | -             | -             | -             | -             | -         |
| T1H40B          | -              | -         | -        | -        | -        | -        | -        | -             | -             | -             | -             | -         |
| T1H046          | -              | -         | -        | -        | -        | -        | -        | -             | -             | -             | -             | -         |
| T1H052          | -              | -         | -        | -        | -        | -        | -        | 141           | 865           | 665           | 1,348         | -         |
| P1H175          | -              | -         | -        | -        | -        | -        | -        | 58,594        | 34,383        | -             | 46,251        | -         |
| P1H177          | -              | -         | -        | -        | -        | -        | -        | -             | 16,505        | 53,351        | -             | -         |
| T1H072          | -              | -         | -        | -        | -        | -        | -        | -             | -             | -             | -             | -         |
| <b>Total</b>    | <b>40</b>      | <b>40</b> | <b>-</b> | <b>-</b> | <b>-</b> | <b>-</b> | <b>-</b> | <b>58,735</b> | <b>51,753</b> | <b>54,016</b> | <b>47,599</b> | <b>-</b>  |

### Lampiran 7. Jumlah Karyawan yang digunakan (Orang per Bulan)

#### Lampiran 7A. Jumlah Karyawan yang digunakan Strategi Perusahaan Saat ini

| Jumlah Karyawan | Periode |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|-----------------|---------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
|                 | 1       | 2  | 3  | 4  | 5  | 6  | 7  | 8  | 9  | 10 | 11 | 12 |
| Penambahan      | -       | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  |
| Pengurangan     | -       | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  |
| Total           | 43      | 43 | 43 | 43 | 43 | 43 | 43 | 43 | 43 | 43 | 43 | 43 |

#### Lampiran 7B. Jumlah Karyawan yang digunakan Strategi Alternatif

| Jumlah Karyawan | Periode |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|-----------------|---------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
|                 | 1       | 2  | 3  | 4  | 5  | 6  | 7  | 8  | 9  | 10 | 11 | 12 |
| Penambahan      | -       | -  | 7  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  |
| Pengurangan     | -       | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  |
| Total           | 43      | 43 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 |



*Halaman ini Sengaja dikosongkan*

## Lampiran 8. Formulasi Model Lindo

!Minimize mi.(Xit+Yit) + li.Iit + wi.Wit + ui.Uit + (h.Ht + f.Ft)

!Min Biaya Operasional produk + biaya persediaan + biaya tenaga kerja normal

! + biaya tenaga kerja lembur + biaya penambahan dan pengurangan tenaga kerja

Minimize

!Biaya Operasional produk waktu reguler (Rp/unit)

428X1+428X2+428X3+428X4+428X5+428X6+428X7+428X8+428X9+428X10+428X11+428X12  
+863X13+863X14+863X15+863X16+863X17+863X18+863X19+863X20+863X21+863X22+863X23+863  
X24  
+890X25+890X26+890X27+890X28+890X29+890X30+890X31+890X32+890X33+890X34+890X35+890  
X36  
+779X37+779X38+779X39+779X40+779X41+779X42+779X43+779X44+779X45+779X46+779X47+779  
X48  
+2180X49+2180X50+2180X51+2180X52+2180X53+2180X54+2180X55+2180X56+2180X57+2180X58+2  
180X59+2180X60  
+1305X61+1305X62+1305X63+1305X64+1305X65+1305X66+1305X67+1305X68+1305X69+1305X70+1  
305X71+1305X72  
+1455X73+1455X74+1455X75+1455X76+1455X77+1455X78+1455X79+1455X80+1455X81+1455X82+1  
455X83+1455X84  
+7734X85+7734X86+7734X87+7734X88+7734X89+7734X90+7734X91+7734X92+7734X93+7734X94+7  
734X95+7734X96  
+8265X97+8265X98+8265X99+8265X100+8265X101+8265X102+8265X103+8265X104+8265X105+826  
5X106+8265X107+8265X108  
+8X109+8X110+8X111+8X112+8X113+8X114+8X115+8X116+8X117+8X118+8X119+8X120  
+8X121+8X122+8X123+8X124+8X125+8X126+8X127+8X128+8X129+8X130+8X131+8X132  
+8X133+8X134+8X135+8X136+8X137+8X138+8X139+8X140+8X141+8X142+8X143+8X144

!Biaya Operasional produk waktu lembur (Rp/unit)

+428Y1+428Y2+428Y3+428Y4+428Y5+428Y6+428Y7+428Y8+428Y9+428Y10+428Y11+428Y12  
+863Y13+863Y14+863Y15+863Y16+863Y17+863Y18+863Y19+863Y20+863Y21+863Y22+863Y23+863  
Y24  
+890Y25+890Y26+890Y27+890Y28+890Y29+890Y30+890Y31+890Y32+890Y33+890Y34+890Y35+890  
Y36  
+779Y37+779Y38+779Y39+779Y40+779Y41+779Y42+779Y43+779Y44+779Y45+779Y46+779Y47+779  
Y48  
+2180Y49+2180Y50+2180Y51+2180Y52+2180Y53+2180Y54+2180Y55+2180Y56+2180Y57+2180Y58+2  
180Y59+2180Y60  
+1305Y61+1305Y62+1305Y63+1305Y64+1305Y65+1305Y66+1305Y67+1305Y68+1305Y69+1305Y70+1  
305Y71+1305Y72

+1455Y73+1455Y74+1455Y75+1455Y76+1455Y77+1455Y78+1455Y79+1455Y80+1455Y81+1455Y82+1455Y83+1455Y84  
+7734Y85+7734Y86+7734Y87+7734Y88+7734Y89+7734Y90+7734Y91+7734Y92+7734Y93+7734Y94+7734Y95+7734Y96  
+8265Y97+8265Y98+8265Y99+8265Y100+8265Y101+8265Y102+8265Y103+8265Y104+8265Y105+8265Y106+8265Y107+8265Y108  
+8Y109+8Y110+8Y111+8Y112+8Y113+8Y114+8Y115+8Y116+8Y117+8Y118+8Y119+8Y120  
+8Y121+8Y122+8Y123+8Y124+8Y125+8Y126+8Y127+8Y128+8Y129+8Y130+8Y131+8Y132  
+8Y133+8Y134+8Y135+8Y136+8Y137+8Y138+8Y139+8Y140+8Y141+8Y142+8Y143+8Y144

!Biaya Persediaan (Rp/Unit)

+15I1+15I2+15I3+15I4+15I5+15I6+15I7+15I8+15I9+15I10+15I11+15I12  
+30I13+30I14+30I15+30I16+30I17+30I18+30I19+30I20+30I21+30I22+30I23+30I24  
+31I25+31I26+31I27+31I28+31I29+31I30+31I31+31I32+31I33+31I34+31I35+31I36  
+27I37+27I38+27I39+27I40+27I41+27I42+27I43+27I44+27I45+27I46+27I47+27I48  
+75I49+75I50+75I51+75I52+75I53+75I54+75I55+75I56+75I57+75I58+75I59+75I60  
+45I61+45I62+45I63+45I64+45I65+45I66+45I67+45I68+45I69+45I70+45I71+45I72  
+50I73+50I74+50I75+50I76+50I77+50I78+50I79+50I80+50I81+50I82+50I83+50I84  
+267I85+267I86+267I87+267I88+267I89+267I90+267I91+267I92+267I93+267I94+267I95+267I96  
+285I97+285I98+285I99+285I100+285I101+285I102+285I103+285I104+285I105+285I106+285I107+285I108  
+0.3I109+0.3I110+0.3I111+0.3I112+0.3I113+0.3I114+0.3I115+0.3I116+0.3I117+0.3I118+0.3I119+0.3I120  
+0.3I121+0.3I122+0.3I123+0.3I124+0.3I125+0.3I126+0.3I127+0.3I128+0.3I129+0.3I130+0.3I131+0.3I132  
+0.3I133+0.3I134+0.3I135+0.3I136+0.3I137+0.3I138+0.3I139+0.3I140+0.3I141+0.3I142+0.3I143+0.3I144

!Biaya Waktu kerja reguler (Rp/Manhour)

+9000W1+9000W2+9000W3+9000W4+9000W5+9000W6+9000W7+9000W8+9000W9+9000W10+9000W11+9000W12  
+9000W13+9000W14+9000W15+9000W16+9000W17+9000W18+9000W19+9000W20+9000W21+9000W22+9000W23+9000W24  
+9000W25+9000W26+9000W27+9000W28+9000W29+9000W30+9000W31+9000W32+9000W33+9000W34+9000W35+9000W36  
+9000W37+9000W38+9000W39+9000W40+9000W41+9000W42+9000W43+9000W44+9000W45+9000W46+9000W47+9000W48  
+9000W49+9000W50+9000W51+9000W52+9000W53+9000W54+9000W55+9000W56+9000W57+9000W58+9000W59+9000W60  
+9000W61+9000W62+9000W63+9000W64+9000W65+9000W66+9000W67+9000W68+9000W69+9000W70+9000W71+9000W72  
+9000W73+9000W74+9000W75+9000W76+9000W77+9000W78+9000W79+9000W80+9000W81+9000W82+9000W83+9000W84  
+9000W85+9000W86+9000W87+9000W88+9000W89+9000W90+9000W91+9000W92+9000W93+9000W94+9000W95+9000W96

+9000W97+9000W98+9000W99+9000W100+9000W101+9000W102+9000W103+9000W104+9000W105  
+9000W106+9000W107+9000W108  
+9000W109+9000W110+9000W111+9000W112+9000W113+9000W114+9000W115+9000W116+9000W117+9000W118+9000W119+9000W120  
+9000W121+9000W122+9000W123+9000W124+9000W125+9000W126+9000W127+9000W128+9000W129+9000W130+9000W131+9000W132  
+9000W133+9000W134+9000W135+9000W136+9000W137+9000W138+9000W139+9000W140+9000W141+9000W142+9000W143+9000W144

!Biaya Waktu kerja lembur (Rp/Manhour)

+11250U1+11250U2+11250U3+11250U4+11250U5+11250U6+11250U7+11250U8+11250U9+11250U10+11250U11+11250U12  
+11250U13+11250U14+11250U15+11250U16+11250U17+11250U18+11250U19+11250U20+11250U21+11250U22+11250U23+11250U24  
+11250U25+11250U26+11250U27+11250U28+11250U29+11250U30+11250U31+11250U32+11250U33+11250U34+11250U35+11250U36  
+11250U37+11250U38+11250U39+11250U40+11250U41+11250U42+11250U43+11250U44+11250U45+11250U46+11250U47+11250U48  
+11250U49+11250U50+11250U51+11250U52+11250U53+11250U54+11250U55+11250U56+11250U57+11250U58+11250U59+11250U60  
+11250U61+11250U62+11250U63+11250U64+11250U65+11250U66+11250U67+11250U68+11250U69+11250U70+11250U71+11250U72  
+11250U73+11250U74+11250U75+11250U76+11250U77+11250U78+11250U79+11250U80+11250U81+11250U82+11250U83+11250U84  
+11250U85+11250U86+11250U87+11250U88+11250U89+11250U90+11250U91+11250U92+11250U93+11250U94+11250U95+11250U96  
+11250U97+11250U98+11250U99+11250U100+11250U101+11250U102+11250U103+11250U104+11250U105+11250U106+11250U107+11250U108  
+11250U109+11250U110+11250U111+11250U112+11250U113+11250U114+11250U115+11250U116+11250U117+11250U118+11250U119+11250U120  
+11250U121+11250U122+11250U123+11250U124+11250U125+11250U126+11250U127+11250U128+11250U129+11250U130+11250U131+11250U132  
+11250U133+11250U134+11250U135+11250U136+11250U137+11250U138+11250U139+11250U140+11250U141+11250U142+11250U143+11250U144

!Biaya Penambahan dan Pengurangan Tenaga Kerja (Rp/Man)

+550000H1+550000H2+550000H3+550000H4+550000H5+550000H6+550000H7+550000H8+550000H9+550000H10+550000H11+550000H12  
+1100000F1+1100000F2+1100000F3+1100000F4+1100000F5+1100000F6+1100000F7+1100000F8+1100000F9+1100000F10+1100000F11+1100000F12

st

!batasan

!Demand  
D1=5858  
D2=6238  
D3=11811  
D4=7323  
D5=7703  
D6=13276  
D7=8788  
D8=9168  
D9=14741  
D10=10253  
D11=10633  
D12=16206  
D13=0  
D14=0  
D15=0  
D16=0  
D17=0  
D18=0  
D19=0  
D20=0  
D21=0  
D22=0  
D23=0  
D24=0  
D25=31880  
D26=34986  
D27=31910  
D28=28950  
D29=32057  
D30=28981  
D31=26021  
D32=29128  
D33=26051  
D34=23092  
D35=26198  
D36=23122  
D37=28200  
D38=23523  
D39=29257  
D40=38199  
D41=33522  
D42=39257

D43=48199  
D44=43522  
D45=49256  
D46=58198  
D47=53521  
D48=59255  
D49=0  
D50=0  
D51=299  
D52=0  
D53=0  
D54=97  
D55=0  
D56=0  
D57=0  
D58=0  
D59=0  
D60=0  
D61=2408  
D62=3680  
D63=3212  
D64=2952  
D65=4224  
D66=3756  
D67=3497  
D68=4768  
D69=4300  
D70=4041  
D71=5312  
D72=4844  
D73=3133  
D74=4747  
D75=4701  
D76=4270  
D77=5884  
D78=5839  
D79=5407  
D80=7022  
D81=6976  
D82=6545  
D83=8159  
D84=8114  
D85=22

D86=44  
D87=104  
D88=32  
D89=55  
D90=115  
D91=43  
D92=65  
D93=126  
D94=54  
D95=76  
D96=137  
D97=2126  
D98=2021  
D99=2266  
D100=2610  
D101=2505  
D102=2750  
D103=3094  
D104=2989  
D105=3234  
D106=3578  
D107=3474  
D108=3718  
D109=30236  
D110=25331  
D111=77945  
D112=31772  
D113=26867  
D114=79480  
D115=33308  
D116=28402  
D117=81016  
D118=34843  
D119=29938  
D120=82552  
D121=31352  
D122=31489  
D123=35791  
D124=39144  
D125=39282  
D126=43584  
D127=46937  
D128=47075

$D129=51377$   
 $D130=54730$   
 $D131=54867$   
 $D132=59169$   
 $D133=90655$   
 $D134=184563$   
 $D135=156492$   
 $D136=71864$   
 $D137=165772$   
 $D138=137702$   
 $D139=53074$   
 $D140=146982$   
 $D141=118911$   
 $D142=34283$   
 $D143=128191$   
 $D144=100121$

!Keseimbangan Jumlah Produk

$I1+D1-X1-Y1=300$   
 $I2+D2-X2-Y2-I1=0$   
 $I3+D3-X3-Y3-I2=0$   
 $I4+D4-X4-Y4-I3=0$   
 $I5+D5-X5-Y5-I4=0$   
 $I6+D6-X6-Y6-I5=0$   
 $I7+D7-X7-Y7-I6=0$   
 $I8+D8-X8-Y8-I7=0$   
 $I9+D9-X9-Y9-I8=0$   
 $I10+D10-X10-Y10-I9=0$   
 $I11+D11-X11-Y11-I10=0$   
 $I12+D12-X12-Y12-I11=0$   
 $I13+D13-X13-Y13=0$   
 $I14+D14-X14-Y14-I13=0$   
 $I15+D15-X15-Y15-I14=0$   
 $I16+D16-X16-Y16-I15=0$   
 $I17+D17-X17-Y17-I16=0$   
 $I18+D18-X18-Y18-I17=0$   
 $I19+D19-X19-Y19-I18=0$   
 $I20+D20-X20-Y20-I19=0$   
 $I21+D21-X21-Y21-I20=0$   
 $I22+D22-X22-Y22-I21=0$   
 $I23+D23-X23-Y23-I22=0$   
 $I24+D24-X24-Y24-I23=0$   
 $I25+D25-X25-Y25=3600$



$I_{26}+D_{26}-X_{26}-Y_{26}-I_{25}=0$   
 $I_{27}+D_{27}-X_{27}-Y_{27}-I_{26}=0$   
 $I_{28}+D_{28}-X_{28}-Y_{28}-I_{27}=0$   
 $I_{29}+D_{29}-X_{29}-Y_{29}-I_{28}=0$   
 $I_{30}+D_{30}-X_{30}-Y_{30}-I_{29}=0$   
 $I_{31}+D_{31}-X_{31}-Y_{31}-I_{30}=0$   
 $I_{32}+D_{32}-X_{32}-Y_{32}-I_{31}=0$   
 $I_{33}+D_{33}-X_{33}-Y_{33}-I_{32}=0$   
 $I_{34}+D_{34}-X_{34}-Y_{34}-I_{33}=0$   
 $I_{35}+D_{35}-X_{35}-Y_{35}-I_{34}=0$   
 $I_{36}+D_{36}-X_{36}-Y_{36}-I_{35}=0$   
 $I_{37}+D_{37}-X_{37}-Y_{37}=900$   
 $I_{38}+D_{38}-X_{38}-Y_{38}-I_{37}=0$   
 $I_{39}+D_{39}-X_{39}-Y_{39}-I_{38}=0$   
 $I_{40}+D_{40}-X_{40}-Y_{40}-I_{39}=0$   
 $I_{41}+D_{41}-X_{41}-Y_{41}-I_{40}=0$   
 $I_{42}+D_{42}-X_{42}-Y_{42}-I_{41}=0$   
 $I_{43}+D_{43}-X_{43}-Y_{43}-I_{42}=0$   
 $I_{44}+D_{44}-X_{44}-Y_{44}-I_{43}=0$   
 $I_{45}+D_{45}-X_{45}-Y_{45}-I_{44}=0$   
 $I_{46}+D_{46}-X_{46}-Y_{46}-I_{45}=0$   
 $I_{47}+D_{47}-X_{47}-Y_{47}-I_{46}=0$   
 $I_{48}+D_{48}-X_{48}-Y_{48}-I_{47}=0$   
 $I_{49}+D_{49}-X_{49}-Y_{49}=40$   
 $I_{50}+D_{50}-X_{50}-Y_{50}-I_{49}=0$   
 $I_{51}+D_{51}-X_{51}-Y_{51}-I_{50}=0$   
 $I_{52}+D_{52}-X_{52}-Y_{52}-I_{51}=0$   
 $I_{53}+D_{53}-X_{53}-Y_{53}-I_{52}=0$   
 $I_{54}+D_{54}-X_{54}-Y_{54}-I_{53}=0$   
 $I_{55}+D_{55}-X_{55}-Y_{55}-I_{54}=0$   
 $I_{56}+D_{56}-X_{56}-Y_{56}-I_{55}=0$   
 $I_{57}+D_{57}-X_{57}-Y_{57}-I_{56}=0$   
 $I_{58}+D_{58}-X_{58}-Y_{58}-I_{57}=0$   
 $I_{59}+D_{59}-X_{59}-Y_{59}-I_{58}=0$   
 $I_{60}+D_{60}-X_{60}-Y_{60}-I_{59}=0$   
 $I_{61}+D_{61}-X_{61}-Y_{61}=180$   
 $I_{62}+D_{62}-X_{62}-Y_{62}-I_{61}=0$   
 $I_{63}+D_{63}-X_{63}-Y_{63}-I_{62}=0$   
 $I_{64}+D_{64}-X_{64}-Y_{64}-I_{63}=0$   
 $I_{65}+D_{65}-X_{65}-Y_{65}-I_{64}=0$   
 $I_{66}+D_{66}-X_{66}-Y_{66}-I_{65}=0$   
 $I_{67}+D_{67}-X_{67}-Y_{67}-I_{66}=0$   
 $I_{68}+D_{68}-X_{68}-Y_{68}-I_{67}=0$

$I_{69}+D_{69}-X_{69}-Y_{69}-I_{68}=0$   
 $I_{70}+D_{70}-X_{70}-Y_{70}-I_{69}=0$   
 $I_{71}+D_{71}-X_{71}-Y_{71}-I_{70}=0$   
 $I_{72}+D_{72}-X_{72}-Y_{72}-I_{71}=0$   
 $I_{73}+D_{73}-X_{73}-Y_{73}=170$   
 $I_{74}+D_{74}-X_{74}-Y_{74}-I_{73}=0$   
 $I_{75}+D_{75}-X_{75}-Y_{75}-I_{74}=0$   
 $I_{76}+D_{76}-X_{76}-Y_{76}-I_{75}=0$   
 $I_{77}+D_{77}-X_{77}-Y_{77}-I_{76}=0$   
 $I_{78}+D_{78}-X_{78}-Y_{78}-I_{77}=0$   
 $I_{79}+D_{79}-X_{79}-Y_{79}-I_{78}=0$   
 $I_{80}+D_{80}-X_{80}-Y_{80}-I_{79}=0$   
 $I_{81}+D_{81}-X_{81}-Y_{81}-I_{80}=0$   
 $I_{82}+D_{82}-X_{82}-Y_{82}-I_{81}=0$   
 $I_{83}+D_{83}-X_{83}-Y_{83}-I_{82}=0$   
 $I_{84}+D_{84}-X_{84}-Y_{84}-I_{83}=0$   
 $I_{85}+D_{85}-X_{85}-Y_{85}=0$   
 $I_{86}+D_{86}-X_{86}-Y_{86}-I_{85}=0$   
 $I_{87}+D_{87}-X_{87}-Y_{87}-I_{86}=0$   
 $I_{88}+D_{88}-X_{88}-Y_{88}-I_{87}=0$   
 $I_{89}+D_{89}-X_{89}-Y_{89}-I_{88}=0$   
 $I_{90}+D_{90}-X_{90}-Y_{90}-I_{89}=0$   
 $I_{91}+D_{91}-X_{91}-Y_{91}-I_{90}=0$   
 $I_{92}+D_{92}-X_{92}-Y_{92}-I_{91}=0$   
 $I_{93}+D_{93}-X_{93}-Y_{93}-I_{92}=0$   
 $I_{94}+D_{94}-X_{94}-Y_{94}-I_{93}=0$   
 $I_{95}+D_{95}-X_{95}-Y_{95}-I_{94}=0$   
 $I_{96}+D_{96}-X_{96}-Y_{96}-I_{95}=0$   
 $I_{97}+D_{97}-X_{97}-Y_{97}=0$   
 $I_{98}+D_{98}-X_{98}-Y_{98}-I_{97}=0$   
 $I_{99}+D_{99}-X_{99}-Y_{99}-I_{98}=0$   
 $I_{100}+D_{100}-X_{100}-Y_{100}-I_{99}=0$   
 $I_{101}+D_{101}-X_{101}-Y_{101}-I_{100}=0$   
 $I_{102}+D_{102}-X_{102}-Y_{102}-I_{101}=0$   
 $I_{103}+D_{103}-X_{103}-Y_{103}-I_{102}=0$   
 $I_{104}+D_{104}-X_{104}-Y_{104}-I_{103}=0$   
 $I_{105}+D_{105}-X_{105}-Y_{105}-I_{104}=0$   
 $I_{106}+D_{106}-X_{106}-Y_{106}-I_{105}=0$   
 $I_{107}+D_{107}-X_{107}-Y_{107}-I_{106}=0$   
 $I_{108}+D_{108}-X_{108}-Y_{108}-I_{107}=0$   
 $I_{109}+D_{109}-X_{109}-Y_{109}=2000$   
 $I_{110}+D_{110}-X_{110}-Y_{110}-I_{109}=0$   
 $I_{111}+D_{111}-X_{111}-Y_{111}-I_{110}=0$

$I112+D112-X112-Y112-I111=0$   
 $I113+D113-X113-Y113-I112=0$   
 $I114+D114-X114-Y114-I113=0$   
 $I115+D115-X115-Y115-I114=0$   
 $I116+D116-X116-Y116-I115=0$   
 $I117+D117-X117-Y117-I116=0$   
 $I118+D118-X118-Y118-I117=0$   
 $I119+D119-X119-Y119-I118=0$   
 $I120+D120-X120-Y120-I119=0$   
 $I121+D121-X121-Y121=0$   
 $I122+D122-X122-Y122-I121=0$   
 $I123+D123-X123-Y123-I122=0$   
 $I124+D124-X124-Y124-I123=0$   
 $I125+D125-X125-Y125-I124=0$   
 $I126+D126-X126-Y126-I125=0$   
 $I127+D127-X127-Y127-I126=0$   
 $I128+D128-X128-Y128-I127=0$   
 $I129+D129-X129-Y129-I128=0$   
 $I130+D130-X130-Y130-I129=0$   
 $I131+D131-X131-Y131-I130=0$   
 $I132+D132-X132-Y132-I131=0$   
 $I133+D133-X133-Y133=250$   
 $I134+D134-X134-Y134-I133=0$   
 $I135+D135-X135-Y135-I134=0$   
 $I136+D136-X136-Y136-I135=0$   
 $I137+D137-X137-Y137-I136=0$   
 $I138+D138-X138-Y138-I137=0$   
 $I139+D139-X139-Y139-I138=0$   
 $I140+D140-X140-Y140-I139=0$   
 $I141+D141-X141-Y141-I140=0$   
 $I142+D142-X142-Y142-I141=0$   
 $I143+D143-X143-Y143-I142=0$   
 $I144+D144-X144-Y144-I143=0$

!Maksimum jumlah persediaan yang diijinkan

$1.5I1+6I13+6I25+15I37+30I49+7.5I61+75I73+15I85+10I97+I109+I121+12I133 \leq 60000$   
 $1.5I2+6I14+6I26+15I38+30I50+7.5I62+75I74+15I86+10I98+I110+I122+12I134 \leq 60000$   
 $1.5I3+6I15+6I27+15I39+30I51+7.5I63+75I75+15I87+10I99+I111+I123+12I135 \leq 60000$   
 $1.5I4+6I16+6I28+15I40+30I52+7.5I64+75I76+15I88+10I100+I112+I124+12I136 \leq 60000$   
 $1.5I5+6I17+6I29+15I41+30I53+7.5I65+75I77+15I89+10I101+I113+I125+12I137 \leq 60000$   
 $1.5I6+6I18+6I30+15I42+30I54+7.5I66+75I78+15I90+10I102+I114+I126+12I138 \leq 60000$   
 $1.5I7+6I19+6I31+15I43+30I55+7.5I67+75I79+15I91+10I103+I115+I127+12I139 \leq 60000$   
 $1.5I8+6I20+6I32+15I44+30I56+7.5I68+75I80+15I92+10I104+I116+I128+12I140 \leq 60000$

$1.5I9+6I21+6I33+15I45+30I57+7.5I69+75I81+15I93+10I105+I117+I129+12I141 \leq 60000$   
 $1.5I10+6I22+6I34+15I46+30I58+7.5I70+75I82+15I94+10I106+I118+I130+12I142 \leq 60000$   
 $1.5I11+6I23+6I35+15I47+30I59+7.5I71+75I83+15I95+10I107+I119+I131+12I143 \leq 60000$   
 $1.5I12+6I24+6I36+15I48+30I60+7.5I72+75I84+15I96+10I108+I120+I132+12I144 \leq 60000$

!Persamaan kebutuhan jam kerja Reguler untuk tiap produk

$0.031X1-W1=0$   
 $0.031X2-W2=0$   
 $0.031X3-W3=0$   
 $0.031X4-W4=0$   
 $0.031X5-W5=0$   
 $0.031X6-W6=0$   
 $0.031X7-W7=0$   
 $0.031X8-W8=0$   
 $0.031X9-W9=0$   
 $0.031X10-W10=0$   
 $0.031X11-W11=0$   
 $0.031X12-W12=0$   
 $0.063X13-W13=0$   
 $0.063X14-W14=0$   
 $0.063X15-W15=0$   
 $0.063X16-W16=0$   
 $0.063X17-W17=0$   
 $0.063X18-W18=0$   
 $0.063X19-W19=0$   
 $0.063X20-W20=0$   
 $0.063X21-W21=0$   
 $0.063X22-W22=0$   
 $0.063X23-W23=0$   
 $0.063X24-W24=0$   
 $0.065X25-W25=0$   
 $0.065X26-W26=0$   
 $0.065X27-W27=0$   
 $0.065X28-W28=0$   
 $0.065X29-W29=0$   
 $0.065X30-W30=0$   
 $0.065X31-W31=0$   
 $0.065X32-W32=0$   
 $0.065X33-W33=0$   
 $0.065X34-W34=0$   
 $0.065X35-W35=0$   
 $0.065X36-W36=0$   
 $0.057X37-W37=0$

0.057X38-W38=0  
0.057X39-W39=0  
0.057X40-W40=0  
0.057X41-W41=0  
0.057X42-W42=0  
0.057X43-W43=0  
0.057X44-W44=0  
0.057X45-W45=0  
0.057X46-W46=0  
0.057X47-W47=0  
0.057X48-W48=0  
0.159X49-W49=0  
0.159X50-W50=0  
0.159X51-W51=0  
0.159X52-W52=0  
0.159X53-W53=0  
0.159X54-W54=0  
0.159X55-W55=0  
0.159X56-W56=0  
0.159X57-W57=0  
0.159X58-W58=0  
0.159X59-W59=0  
0.159X60-W60=0  
0.095X61-W61=0  
0.095X62-W62=0  
0.095X63-W63=0  
0.095X64-W64=0  
0.095X65-W65=0  
0.095X66-W66=0  
0.095X67-W67=0  
0.095X68-W68=0  
0.095X69-W69=0  
0.095X70-W70=0  
0.095X71-W71=0  
0.095X72-W72=0  
0.106X73-W73=0  
0.106X74-W74=0  
0.106X75-W75=0  
0.106X76-W76=0  
0.106X77-W77=0  
0.106X78-W78=0  
0.106X79-W79=0  
0.106X80-W80=0

0.106X81-W81=0  
0.106X82-W82=0  
0.106X83-W83=0  
0.106X84-W84=0  
0.563X85-W85=0  
0.563X86-W86=0  
0.563X87-W87=0  
0.563X88-W88=0  
0.563X89-W89=0  
0.563X90-W90=0  
0.563X91-W91=0  
0.563X92-W92=0  
0.563X93-W93=0  
0.563X94-W94=0  
0.563X95-W95=0  
0.563X96-W96=0  
0.601X97-W97=0  
0.601X98-W98=0  
0.601X99-W99=0  
0.601X100-W100=0  
0.601X101-W101=0  
0.601X102-W102=0  
0.601X103-W103=0  
0.601X104-W104=0  
0.601X105-W105=0  
0.601X106-W106=0  
0.601X107-W107=0  
0.601X108-W108=0  
0.001X109-W109=0  
0.001X110-W110=0  
0.001X111-W111=0  
0.001X112-W112=0  
0.001X113-W113=0  
0.001X114-W114=0  
0.001X115-W115=0  
0.001X116-W116=0  
0.001X117-W117=0  
0.001X118-W118=0  
0.001X119-W119=0  
0.001X120-W120=0  
0.001X121-W121=0  
0.001X122-W122=0  
0.001X123-W123=0

0.001X124-W124=0  
0.001X125-W125=0  
0.001X126-W126=0  
0.001X127-W127=0  
0.001X128-W128=0  
0.001X129-W129=0  
0.001X130-W130=0  
0.001X131-W131=0  
0.001X132-W132=0  
0.001X133-W133=0  
0.001X134-W134=0  
0.001X135-W135=0  
0.001X136-W136=0  
0.001X137-W137=0  
0.001X138-W138=0  
0.001X139-W139=0  
0.001X140-W140=0  
0.001X141-W141=0  
0.001X142-W142=0  
0.001X143-W143=0  
0.001X144-W144=0

!Persamaan kebutuhan jam kerja Lembur untuk tiap produk

0.031Y1-U1=0  
0.031Y2-U2=0  
0.031Y3-U3=0  
0.031Y4-U4=0  
0.031Y5-U5=0  
0.031Y6-U6=0  
0.031Y7-U7=0  
0.031Y8-U8=0  
0.031Y9-U9=0  
0.031Y10-U10=0  
0.031Y11-U11=0  
0.031Y12-U12=0  
0.063Y13-U13=0  
0.063Y14-U14=0  
0.063Y15-U15=0  
0.063Y16-U16=0  
0.063Y17-U17=0  
0.063Y18-U18=0  
0.063Y19-U19=0  
0.063Y20-U20=0

0.063Y21-U21=0  
0.063Y22-U22=0  
0.063Y23-U23=0  
0.063Y24-U24=0  
0.065Y25-U25=0  
0.065Y26-U26=0  
0.065Y27-U27=0  
0.065Y28-U28=0  
0.065Y29-U29=0  
0.065Y30-U30=0  
0.065Y31-U31=0  
0.065Y32-U32=0  
0.065Y33-U33=0  
0.065Y34-U34=0  
0.065Y35-U35=0  
0.065Y36-U36=0  
0.057Y37-U37=0  
0.057Y38-U38=0  
0.057Y39-U39=0  
0.057Y40-U40=0  
0.057Y41-U41=0  
0.057Y42-U42=0  
0.057Y43-U43=0  
0.057Y44-U44=0  
0.057Y45-U45=0  
0.057Y46-U46=0  
0.057Y47-U47=0  
0.057Y48-U48=0  
0.159Y49-U49=0  
0.159Y50-U50=0  
0.159Y51-U51=0  
0.159Y52-U52=0  
0.159Y53-U53=0  
0.159Y54-U54=0  
0.159Y55-U55=0  
0.159Y56-U56=0  
0.159Y57-U57=0  
0.159Y58-U58=0  
0.159Y59-U59=0  
0.159Y60-U60=0  
0.095Y61-U61=0  
0.095Y62-U62=0  
0.095Y63-U63=0



0.095Y64-U64=0  
0.095Y65-U65=0  
0.095Y66-U66=0  
0.095Y67-U67=0  
0.095Y68-U68=0  
0.095Y69-U69=0  
0.095Y70-U70=0  
0.095Y71-U71=0  
0.095Y72-U72=0  
0.106Y73-U73=0  
0.106Y74-U74=0  
0.106Y75-U75=0  
0.106Y76-U76=0  
0.106Y77-U77=0  
0.106Y78-U78=0  
0.106Y79-U79=0  
0.106Y80-U80=0  
0.106Y81-U81=0  
0.106Y82-U82=0  
0.106Y83-U83=0  
0.106Y84-U84=0  
0.563Y85-U85=0  
0.563Y86-U86=0  
0.563Y87-U87=0  
0.563Y88-U88=0  
0.563Y89-U89=0  
0.563Y90-U90=0  
0.563Y91-U91=0  
0.563Y92-U92=0  
0.563Y93-U93=0  
0.563Y94-U94=0  
0.563Y95-U95=0  
0.563Y96-U96=0  
0.601Y97-U97=0  
0.601Y98-U98=0  
0.601Y99-U99=0  
0.601Y100-U100=0  
0.601Y101-U101=0  
0.601Y102-U102=0  
0.601Y103-U103=0  
0.601Y104-U104=0  
0.601Y105-U105=0  
0.601Y106-U106=0

$0.601Y_{107}-U_{107}=0$   
 $0.601Y_{108}-U_{108}=0$   
 $0.001Y_{109}-U_{109}=0$   
 $0.001Y_{110}-U_{110}=0$   
 $0.001Y_{111}-U_{111}=0$   
 $0.001Y_{112}-U_{112}=0$   
 $0.001Y_{113}-U_{113}=0$   
 $0.001Y_{114}-U_{114}=0$   
 $0.001Y_{115}-U_{115}=0$   
 $0.001Y_{116}-U_{116}=0$   
 $0.001Y_{117}-U_{117}=0$   
 $0.001Y_{118}-U_{118}=0$   
 $0.001Y_{119}-U_{119}=0$   
 $0.001Y_{120}-U_{120}=0$   
 $0.001Y_{121}-U_{121}=0$   
 $0.001Y_{122}-U_{122}=0$   
 $0.001Y_{123}-U_{123}=0$   
 $0.001Y_{124}-U_{124}=0$   
 $0.001Y_{125}-U_{125}=0$   
 $0.001Y_{126}-U_{126}=0$   
 $0.001Y_{127}-U_{127}=0$   
 $0.001Y_{128}-U_{128}=0$   
 $0.001Y_{129}-U_{129}=0$   
 $0.001Y_{130}-U_{130}=0$   
 $0.001Y_{131}-U_{131}=0$   
 $0.001Y_{132}-U_{132}=0$   
 $0.001Y_{133}-U_{133}=0$   
 $0.001Y_{134}-U_{134}=0$   
 $0.001Y_{135}-U_{135}=0$   
 $0.001Y_{136}-U_{136}=0$   
 $0.001Y_{137}-U_{137}=0$   
 $0.001Y_{138}-U_{138}=0$   
 $0.001Y_{139}-U_{139}=0$   
 $0.001Y_{140}-U_{140}=0$   
 $0.001Y_{141}-U_{141}=0$   
 $0.001Y_{142}-U_{142}=0$   
 $0.001Y_{143}-U_{143}=0$   
 $0.001Y_{144}-U_{144}=0$

!Persamaan total kebutuhan jam kerja regular pada periode t

$W_1+W_{13}+W_{25}+W_{37}+W_{49}+W_{61}+W_{73}+W_{85}+W_{97}+W_{109}+W_{121}+W_{133}-168Man_1 \leq 0$   
 $W_2+W_{14}+W_{26}+W_{38}+W_{50}+W_{62}+W_{74}+W_{86}+W_{98}+W_{110}+W_{122}+W_{134}-178Man_2 \leq 0$   
 $W_3+W_{15}+W_{27}+W_{39}+W_{51}+W_{63}+W_{75}+W_{87}+W_{99}+W_{111}+W_{123}+W_{135}-176Man_3 \leq 0$

$$\begin{aligned}
&W4+W16+W28+W40+W52+W64+W76+W88+W100+W112+W124+W136-176\text{Man4} \leq 0 \\
&W5+W17+W29+W41+W53+W65+W77+W89+W101+W113+W125+W137-160\text{Man5} \leq 0 \\
&W6+W18+W30+W42+W54+W66+W78+W90+W102+W114+W126+W138-184\text{Man6} \leq 0 \\
&W7+W19+W31+W43+W55+W67+W79+W91+W103+W115+W127+W139-160\text{Man7} \leq 0 \\
&W8+W20+W32+W44+W56+W68+W80+W92+W104+W116+W128+W140-184\text{Man8} \leq 0 \\
&W9+W21+W33+W45+W57+W69+W81+W93+W105+W117+W129+W141-176\text{Man9} \leq 0 \\
&W10+W22+W34+W46+W58+W70+W82+W94+W106+W118+W130+W142-168\text{Man10} \leq 0 \\
&W11+W23+W35+W47+W59+W71+W83+W95+W107+W119+W131+W143-184\text{Man11} \leq 0 \\
&W12+W24+W36+W48+W60+W72+W84+W96+W108+W120+W132+W144-168\text{Man12} \leq 0
\end{aligned}$$

!Persamaan total kebutuhan jam kerja lembur pada periode t

$$\begin{aligned}
&U1+U13+U25+U37+U49+U61+U73+U85+U97+U109+U121+U133-84\text{Man1} \leq 0 \\
&U2+U14+U26+U38+U50+U62+U74+U86+U98+U110+U122+U134-88\text{Man2} \leq 0 \\
&U3+U15+U27+U39+U51+U63+U75+U87+U99+U111+U123+U135-88\text{Man3} \leq 0 \\
&U4+U16+U28+U40+U52+U64+U76+U88+U100+U112+U124+U136-88\text{Man4} \leq 0 \\
&U5+U17+U29+U41+U53+U65+U77+U89+U101+U113+U125+U137-80\text{Man5} \leq 0 \\
&U6+U18+U30+U42+U54+U66+U78+U90+U102+U114+U126+U138-92\text{Man6} \leq 0 \\
&U7+U19+U31+U43+U55+U67+U79+U91+U103+U115+U127+U139-80\text{Man7} \leq 0 \\
&U8+U20+U32+U44+U56+U68+U80+U92+U104+U116+U128+U140-92\text{Man8} \leq 0 \\
&U9+U21+U33+U45+U57+U69+U81+U93+U105+U117+U129+U141-88\text{Man9} \leq 0 \\
&U10+U22+U34+U46+U58+U70+U82+U94+U106+U118+U130+U142-84\text{Man10} \leq 0 \\
&U11+U23+U35+U47+U59+U71+U83+U95+U107+U119+U131+U143-82\text{Man11} \leq 0 \\
&U12+U24+U36+U48+U60+U72+U84+U96+U108+U120+U132+U144-84\text{Man12} \leq 0
\end{aligned}$$

!Keseimbangan jumlah karyawan yang digunakan

$$\begin{aligned}
&\text{Man1}-H1+F1=43 \\
&\text{Man2}-H2+F2-\text{Man1}=0 \\
&\text{Man3}-H3+F3-\text{Man2}=0 \\
&\text{Man4}-H4+F4-\text{Man3}=0 \\
&\text{Man5}-H5+F5-\text{Man4}=0 \\
&\text{Man6}-H6+F6-\text{Man5}=0 \\
&\text{Man7}-H7+F7-\text{Man6}=0 \\
&\text{Man8}-H8+F8-\text{Man7}=0 \\
&\text{Man9}-H9+F9-\text{Man8}=0 \\
&\text{Man10}-H10+F10-\text{Man9}=0 \\
&\text{Man11}-H11+F11-\text{Man10}=0 \\
&\text{Man12}-H12+F12-\text{Man11}=0
\end{aligned}$$

!Maksimum jumlah karyawan yang diijinkan

$$\begin{aligned}
&\text{Man1} \leq 50 \\
&\text{Man2} \leq 50 \\
&\text{Man3} \leq 50
\end{aligned}$$

Man4<=50  
Man5<=50  
Man6<=50  
Man7<=50  
Man8<=50  
Man9<=50  
Man10<=50  
Man11<=50  
Man12<=50

END  
GIN Man1  
GIN Man2  
GIN Man3  
GIN Man4  
GIN Man5  
GIN Man6  
GIN Man7  
GIN Man8  
GIN Man9  
GIN Man10  
GIN Man11  
GIN Man12

*Halaman ini sengaja dikosongkan*

## Lampiran 9. Output Formulasi Lindo

LP OPTIMUM FOUND AT STEP 531

OBJECTIVE VALUE = 0.203623680E+10

SET MAN7 TO <= 50 AT 1, BND= -0.2036E+10 TWIN=-0.1000E+31 1036

NEW INTEGER SOLUTION OF 0.203623680E+10 AT BRANCH 1 PIVOT 1036

BOUND ON OPTIMUM: 0.2036237E+10

DELETE MAN7 AT LEVEL 1

ENUMERATION COMPLETE. BRANCHES= 1 PIVOTS= 1036

LAST INTEGER SOLUTION IS THE BEST FOUND

RE-INSTALLING BEST SOLUTION...

OBJECTIVE FUNCTION VALUE

1) 0.2036237E+10

| VARIABLE | VALUE        | REDUCED COST   |
|----------|--------------|----------------|
| MAN1     | 43.000000    | 0.000000       |
| MAN2     | 43.000000    | -550000.000000 |
| MAN3     | 50.000000    | 550000.000000  |
| MAN4     | 50.000000    | 0.000000       |
| MAN5     | 50.000000    | 0.000000       |
| MAN6     | 50.000000    | 0.000000       |
| MAN7     | 50.000000    | 0.000000       |
| MAN8     | 50.000000    | 0.000000       |
| MAN9     | 50.000000    | -83979.695312  |
| MAN10    | 50.000000    | -160324.875000 |
| MAN11    | 50.000000    | -263390.843750 |
| MAN12    | 50.000000    | -320649.750000 |
| X1       | 5558.000000  | 0.000000       |
| X2       | 6238.000000  | 0.000000       |
| X3       | 11811.000000 | 0.000000       |
| X4       | 7323.000000  | 0.000000       |
| X5       | 7703.000000  | 0.000000       |
| X6       | 13276.000000 | 0.000000       |
| X7       | 8788.000000  | 0.000000       |
| X8       | 9168.000000  | 0.000000       |
| X9       | 14741.000000 | 0.000000       |

|     |              |             |
|-----|--------------|-------------|
| X10 | 10253.000000 | 0.000000    |
| X11 | 10633.000000 | 0.000000    |
| X12 | 16206.000000 | 0.000000    |
| X13 | 0.000000     | 0.000000    |
| X14 | 0.000000     | 1400.000000 |
| X15 | 0.000000     | 0.000000    |
| X16 | 0.000000     | 1340.000000 |
| X17 | 0.000000     | 0.000000    |
| X18 | 0.000000     | 0.000000    |
| X19 | 0.000000     | 1400.000000 |
| X20 | 0.000000     | 1370.000000 |
| X21 | 0.000000     | 1368.997925 |
| X22 | 0.000000     | 0.000000    |
| X23 | 0.000000     | 0.000000    |
| X24 | 0.000000     | 0.000000    |
| X25 | 28280.000000 | 0.000000    |
| X26 | 34986.000000 | 0.000000    |
| X27 | 31910.000000 | 0.000000    |
| X28 | 28950.000000 | 0.000000    |
| X29 | 32057.000000 | 0.000000    |
| X30 | 28981.000000 | 0.000000    |
| X31 | 26021.000000 | 0.000000    |
| X32 | 29128.000000 | 0.000000    |
| X33 | 26051.000000 | 0.000000    |
| X34 | 23092.000000 | 0.000000    |
| X35 | 26198.000000 | 0.000000    |
| X36 | 23122.000000 | 0.000000    |
| X37 | 27300.000000 | 0.000000    |
| X38 | 23523.000000 | 0.000000    |
| X39 | 29257.000000 | 0.000000    |
| X40 | 38199.000000 | 0.000000    |
| X41 | 33522.000000 | 0.000000    |
| X42 | 39257.000000 | 0.000000    |
| X43 | 48199.000000 | 0.000000    |
| X44 | 43522.000000 | 0.000000    |
| X45 | 49256.000000 | 0.000000    |
| X46 | 58198.000000 | 0.000000    |
| X47 | 53521.000000 | 0.000000    |
| X48 | 59255.000000 | 0.000000    |
| X49 | 0.000000     | 150.000000  |
| X50 | 0.000000     | 75.000000   |
| X51 | 259.000000   | 0.000000    |
| X52 | 0.000000     | 0.000000    |

|     |             |             |
|-----|-------------|-------------|
| X53 | 0.000000    | 0.000000    |
| X54 | 97.000000   | 0.000000    |
| X55 | 0.000000    | 0.000000    |
| X56 | 0.000000    | 0.000000    |
| X57 | 0.000000    | 3606.553223 |
| X58 | 0.000000    | 0.000000    |
| X59 | 0.000000    | 0.000000    |
| X60 | 0.000000    | 0.000000    |
| X61 | 2228.000000 | 0.000000    |
| X62 | 3680.000000 | 0.000000    |
| X63 | 3212.000000 | 0.000000    |
| X64 | 2952.000000 | 0.000000    |
| X65 | 4224.000000 | 0.000000    |
| X66 | 3756.000000 | 0.000000    |
| X67 | 3497.000000 | 0.000000    |
| X68 | 4768.000000 | 0.000000    |
| X69 | 4300.000000 | 0.000000    |
| X70 | 4041.000000 | 0.000000    |
| X71 | 5312.000000 | 0.000000    |
| X72 | 4844.000000 | 0.000000    |
| X73 | 2963.000000 | 0.000000    |
| X74 | 4747.000000 | 0.000000    |
| X75 | 4701.000000 | 0.000000    |
| X76 | 4270.000000 | 0.000000    |
| X77 | 5884.000000 | 0.000000    |
| X78 | 5839.000000 | 0.000000    |
| X79 | 5407.000000 | 0.000000    |
| X80 | 7022.000000 | 0.000000    |
| X81 | 6976.000000 | 0.000000    |
| X82 | 6545.000000 | 0.000000    |
| X83 | 8159.000000 | 0.000000    |
| X84 | 8114.000000 | 0.000000    |
| X85 | 22.000000   | 0.000000    |
| X86 | 44.000000   | 0.000000    |
| X87 | 104.000000  | 0.000000    |
| X88 | 32.000000   | 0.000000    |
| X89 | 55.000000   | 0.000000    |
| X90 | 115.000000  | 0.000000    |
| X91 | 43.000000   | 0.000000    |
| X92 | 65.000000   | 0.000000    |
| X93 | 126.000000  | 0.000000    |
| X94 | 54.000000   | 0.000000    |
| X95 | 76.000000   | 0.000000    |



|      |               |          |
|------|---------------|----------|
| X96  | 137.000000    | 0.000000 |
| X97  | 2126.000000   | 0.000000 |
| X98  | 2021.000000   | 0.000000 |
| X99  | 2266.000000   | 0.000000 |
| X100 | 2610.000000   | 0.000000 |
| X101 | 2505.000000   | 0.000000 |
| X102 | 2750.000000   | 0.000000 |
| X103 | 3094.000000   | 0.000000 |
| X104 | 3129.554688   | 0.000000 |
| X105 | 3958.687012   | 0.000000 |
| X106 | 3377.644775   | 0.000000 |
| X107 | 4157.008301   | 0.000000 |
| X108 | 2370.104980   | 0.000000 |
| X109 | 28236.000000  | 0.000000 |
| X110 | 25331.000000  | 0.000000 |
| X111 | 77945.000000  | 0.000000 |
| X112 | 31772.000000  | 0.000000 |
| X113 | 26867.000000  | 0.000000 |
| X114 | 79480.000000  | 0.000000 |
| X115 | 33308.000000  | 0.000000 |
| X116 | 86996.453125  | 0.000000 |
| X117 | 57264.546875  | 0.000000 |
| X118 | 0.000000      | 0.000000 |
| X119 | 76459.046875  | 0.000000 |
| X120 | 36030.949219  | 0.000000 |
| X121 | 31352.000000  | 0.000000 |
| X122 | 31489.000000  | 0.000000 |
| X123 | 35791.000000  | 0.000000 |
| X124 | 39144.000000  | 0.000000 |
| X125 | 39282.000000  | 0.000000 |
| X126 | 43584.000000  | 0.000000 |
| X127 | 46937.000000  | 0.000000 |
| X128 | 47075.000000  | 0.000000 |
| X129 | 67881.578125  | 0.000000 |
| X130 | 91576.554688  | 0.000000 |
| X131 | 1515.865234   | 0.000000 |
| X132 | 59169.000000  | 0.000000 |
| X133 | 90405.000000  | 0.000000 |
| X134 | 184563.000000 | 0.000000 |
| X135 | 156492.000000 | 0.000000 |
| X136 | 71864.000000  | 0.000000 |
| X137 | 165772.000000 | 0.000000 |
| X138 | 137702.000000 | 0.000000 |

|      |               |             |
|------|---------------|-------------|
| X139 | 53074.000000  | 0.000000    |
| X140 | 146982.000000 | 0.000000    |
| X141 | 118911.000000 | 0.000000    |
| X142 | 34283.000000  | 0.000000    |
| X143 | 128191.000000 | 0.000000    |
| X144 | 100121.000000 | 0.000000    |
| Y1   | 0.000000      | 69.750000   |
| Y2   | 0.000000      | 0.000000    |
| Y3   | 0.000000      | 69.750000   |
| Y4   | 0.000000      | 69.750000   |
| Y5   | 0.000000      | 69.750000   |
| Y6   | 0.000000      | 0.000000    |
| Y7   | 0.000000      | 69.750000   |
| Y8   | 0.000000      | 69.750000   |
| Y9   | 0.000000      | 54.958122   |
| Y10  | 0.000000      | 0.000000    |
| Y11  | 0.000000      | 25.374367   |
| Y12  | 0.000000      | 10.582488   |
| Y13  | 0.000000      | 0.000000    |
| Y14  | 0.000000      | 0.000000    |
| Y15  | 0.000000      | 0.000000    |
| Y16  | 0.000000      | 0.000000    |
| Y17  | 0.000000      | 0.000000    |
| Y18  | 0.000000      | 0.000000    |
| Y19  | 0.000000      | 1541.750000 |
| Y20  | 0.000000      | 1511.750000 |
| Y21  | 0.000000      | 0.000000    |
| Y22  | 0.000000      | 0.000000    |
| Y23  | 0.000000      | 0.000000    |
| Y24  | 0.000000      | 0.000000    |
| Y25  | 0.000000      | 146.250000  |
| Y26  | 0.000000      | 0.000000    |
| Y27  | 0.000000      | 0.000000    |
| Y28  | 0.000000      | 146.250000  |
| Y29  | 0.000000      | 0.000000    |
| Y30  | 0.000000      | 146.250000  |
| Y31  | 0.000000      | 146.250000  |
| Y32  | 0.000000      | 0.000000    |
| Y33  | 0.000000      | 115.234764  |
| Y34  | 0.000000      | 0.000000    |
| Y35  | 0.000000      | 53.204315   |
| Y36  | 0.000000      | 22.189087   |
| Y37  | 0.000000      | 0.000000    |

|     |          |             |
|-----|----------|-------------|
| Y38 | 0.000000 | 0.000000    |
| Y39 | 0.000000 | 128.250000  |
| Y40 | 0.000000 | 0.000000    |
| Y41 | 0.000000 | 128.250000  |
| Y42 | 0.000000 | 128.250000  |
| Y43 | 0.000000 | 0.000000    |
| Y44 | 0.000000 | 0.000000    |
| Y45 | 0.000000 | 101.052032  |
| Y46 | 0.000000 | 0.000000    |
| Y47 | 0.000000 | 46.656094   |
| Y48 | 0.000000 | 19.458124   |
| Y49 | 0.000000 | 0.000000    |
| Y50 | 0.000000 | 0.000000    |
| Y51 | 0.000000 | 0.000000    |
| Y52 | 0.000000 | 0.000000    |
| Y53 | 0.000000 | 357.750000  |
| Y54 | 0.000000 | 357.750000  |
| Y55 | 0.000000 | 357.750000  |
| Y56 | 0.000000 | 0.000000    |
| Y57 | 0.000000 | 3888.435303 |
| Y58 | 0.000000 | 0.000000    |
| Y59 | 0.000000 | 0.000000    |
| Y60 | 0.000000 | 0.000000    |
| Y61 | 0.000000 | 213.750000  |
| Y62 | 0.000000 | 0.000000    |
| Y63 | 0.000000 | 213.750000  |
| Y64 | 0.000000 | 0.000000    |
| Y65 | 0.000000 | 0.000000    |
| Y66 | 0.000000 | 0.000000    |
| Y67 | 0.000000 | 213.750000  |
| Y68 | 0.000000 | 0.000000    |
| Y69 | 0.000000 | 168.420044  |
| Y70 | 0.000000 | 0.000000    |
| Y71 | 0.000000 | 0.000000    |
| Y72 | 0.000000 | 32.430206   |
| Y73 | 0.000000 | 238.500000  |
| Y74 | 0.000000 | 0.000000    |
| Y75 | 0.000000 | 238.500000  |
| Y76 | 0.000000 | 0.000000    |
| Y77 | 0.000000 | 238.500000  |
| Y78 | 0.000000 | 238.500000  |
| Y79 | 0.000000 | 0.000000    |
| Y80 | 0.000000 | 0.000000    |

|      |          |             |
|------|----------|-------------|
| Y81  | 0.000000 | 187.921326  |
| Y82  | 0.000000 | 0.000000    |
| Y83  | 0.000000 | 86.763962   |
| Y84  | 0.000000 | 0.000000    |
| Y85  | 0.000000 | 0.000000    |
| Y86  | 0.000000 | 0.000000    |
| Y87  | 0.000000 | 1266.750000 |
| Y88  | 0.000000 | 1266.750000 |
| Y89  | 0.000000 | 1266.750000 |
| Y90  | 0.000000 | 0.000000    |
| Y91  | 0.000000 | 1266.750000 |
| Y92  | 0.000000 | 1266.750000 |
| Y93  | 0.000000 | 998.110474  |
| Y94  | 0.000000 | 0.000000    |
| Y95  | 0.000000 | 460.831238  |
| Y96  | 0.000000 | 192.191650  |
| Y97  | 0.000000 | 0.000000    |
| Y98  | 0.000000 | 0.000000    |
| Y99  | 0.000000 | 0.000000    |
| Y100 | 0.000000 | 0.000000    |
| Y101 | 0.000000 | 1352.250000 |
| Y102 | 0.000000 | 1352.250000 |
| Y103 | 0.000000 | 0.000000    |
| Y104 | 0.000000 | 0.000000    |
| Y105 | 0.000000 | 1065.478394 |
| Y106 | 0.000000 | 778.706848  |
| Y107 | 0.000000 | 491.935303  |
| Y108 | 0.000000 | 0.000000    |
| Y109 | 0.000000 | 2.250000    |
| Y110 | 0.000000 | 2.250000    |
| Y111 | 0.000000 | 2.250000    |
| Y112 | 0.000000 | 0.000000    |
| Y113 | 0.000000 | 0.000000    |
| Y114 | 0.000000 | 0.000000    |
| Y115 | 0.000000 | 2.250000    |
| Y116 | 0.000000 | 2.250000    |
| Y117 | 0.000000 | 1.772843    |
| Y118 | 0.000000 | 0.000000    |
| Y119 | 0.000000 | 0.818528    |
| Y120 | 0.000000 | 0.341371    |
| Y121 | 0.000000 | 0.000000    |
| Y122 | 0.000000 | 2.250000    |
| Y123 | 0.000000 | 2.250000    |

|      |          |            |
|------|----------|------------|
| Y124 | 0.000000 | 0.000000   |
| Y125 | 0.000000 | 2.250000   |
| Y126 | 0.000000 | 0.000000   |
| Y127 | 0.000000 | 2.250000   |
| Y128 | 0.000000 | 0.000000   |
| Y129 | 0.000000 | 0.000000   |
| Y130 | 0.000000 | 1.295685   |
| Y131 | 0.000000 | 0.818528   |
| Y132 | 0.000000 | 0.341371   |
| Y133 | 0.000000 | 0.000000   |
| Y134 | 0.000000 | 2.250000   |
| Y135 | 0.000000 | 2.250000   |
| Y136 | 0.000000 | 2.250000   |
| Y137 | 0.000000 | 0.000000   |
| Y138 | 0.000000 | 2.250000   |
| Y139 | 0.000000 | 2.250000   |
| Y140 | 0.000000 | 2.250000   |
| Y141 | 0.000000 | 1.772843   |
| Y142 | 0.000000 | 0.000000   |
| Y143 | 0.000000 | 0.000000   |
| Y144 | 0.000000 | 0.341371   |
| I1   | 0.000000 | 15.000000  |
| I2   | 0.000000 | 15.000000  |
| I3   | 0.000000 | 15.000000  |
| I4   | 0.000000 | 15.000000  |
| I5   | 0.000000 | 15.000000  |
| I6   | 0.000000 | 15.000000  |
| I7   | 0.000000 | 15.000000  |
| I8   | 0.000000 | 0.473858   |
| I9   | 0.000000 | 0.473858   |
| I10  | 0.000000 | 0.473858   |
| I11  | 0.000000 | 0.473858   |
| I12  | 0.000000 | 781.167480 |
| I13  | 0.000000 | 0.000000   |
| I14  | 0.000000 | 0.000000   |
| I15  | 0.000000 | 0.000000   |
| I16  | 0.000000 | 120.000000 |
| I17  | 0.000000 | 30.000000  |
| I18  | 0.000000 | 0.000000   |
| I19  | 0.000000 | 0.000000   |
| I20  | 0.000000 | 0.000000   |
| I21  | 0.000000 | 122.125885 |
| I22  | 0.000000 | 31.062944  |

|     |           |             |
|-----|-----------|-------------|
| I23 | 0.000000  | 31.062944   |
| I24 | 0.000000  | 30.000000   |
| I25 | 0.000000  | 31.000000   |
| I26 | 0.000000  | 31.000000   |
| I27 | 0.000000  | 31.000000   |
| I28 | 0.000000  | 31.000000   |
| I29 | 0.000000  | 31.000000   |
| I30 | 0.000000  | 31.000000   |
| I31 | 0.000000  | 31.000000   |
| I32 | 0.000000  | 1.047717    |
| I33 | 0.000000  | 1.047717    |
| I34 | 0.000000  | 1.047717    |
| I35 | 0.000000  | 1.047717    |
| I36 | 0.000000  | 1630.060913 |
| I37 | 0.000000  | 27.000000   |
| I38 | 0.000000  | 27.000000   |
| I39 | 0.000000  | 27.000000   |
| I40 | 0.000000  | 27.000000   |
| I41 | 0.000000  | 27.000000   |
| I42 | 0.000000  | 27.000000   |
| I43 | 0.000000  | 27.000000   |
| I44 | 0.000000  | 2.459392    |
| I45 | 0.000000  | 2.459392    |
| I46 | 0.000000  | 2.459392    |
| I47 | 0.000000  | 2.459392    |
| I48 | 0.000000  | 1427.791870 |
| I49 | 40.000000 | 0.000000    |
| I50 | 40.000000 | 0.000000    |
| I51 | 0.000000  | 75.000000   |
| I52 | 0.000000  | 75.000000   |
| I53 | 0.000000  | 75.000000   |
| I54 | 0.000000  | 75.000000   |
| I55 | 0.000000  | 3686.000000 |
| I56 | 0.000000  | 0.000000    |
| I57 | 0.000000  | 160.629440  |
| I58 | 0.000000  | 80.314720   |
| I59 | 0.000000  | 80.314720   |
| I60 | 0.000000  | 75.000000   |
| I61 | 0.000000  | 45.000000   |
| I62 | 0.000000  | 45.000000   |
| I63 | 0.000000  | 45.000000   |
| I64 | 0.000000  | 45.000000   |
| I65 | 0.000000  | 45.000000   |

|      |             |              |
|------|-------------|--------------|
| I66  | 0.000000    | 45.000000    |
| I67  | 0.000000    | 45.000000    |
| I68  | 0.000000    | 0.998732     |
| I69  | 0.000000    | 0.998732     |
| I70  | 0.000000    | 0.998732     |
| I71  | 0.000000    | 0.998732     |
| I72  | 0.000000    | 2386.319824  |
| I73  | 0.000000    | 50.000000    |
| I74  | 0.000000    | 50.000000    |
| I75  | 0.000000    | 50.000000    |
| I76  | 0.000000    | 50.000000    |
| I77  | 0.000000    | 50.000000    |
| I78  | 0.000000    | 50.000000    |
| I79  | 0.000000    | 50.000000    |
| I80  | 0.000000    | 12.708124    |
| I81  | 0.000000    | 12.708124    |
| I82  | 0.000000    | 12.708124    |
| I83  | 0.000000    | 12.708124    |
| I84  | 0.000000    | 2661.314697  |
| I85  | 0.000000    | 267.000000   |
| I86  | 0.000000    | 267.000000   |
| I87  | 0.000000    | 267.000000   |
| I88  | 0.000000    | 267.000000   |
| I89  | 0.000000    | 267.000000   |
| I90  | 0.000000    | 267.000000   |
| I91  | 0.000000    | 267.000000   |
| I92  | 0.000000    | 1.017760     |
| I93  | 0.000000    | 1.017760     |
| I94  | 0.000000    | 1.017760     |
| I95  | 0.000000    | 1.017760     |
| I96  | 0.000000    | 14142.558594 |
| I97  | 0.000000    | 285.000000   |
| I98  | 0.000000    | 285.000000   |
| I99  | 0.000000    | 285.000000   |
| I100 | 0.000000    | 285.000000   |
| I101 | 0.000000    | 285.000000   |
| I102 | 0.000000    | 285.000000   |
| I103 | 0.000000    | 285.000000   |
| I104 | 140.554794  | 0.000000     |
| I105 | 865.241821  | 0.000000     |
| I106 | 664.886536  | 0.000000     |
| I107 | 1347.895020 | 0.000000     |
| I108 | 0.000000    | 15106.085938 |

|      |              |           |
|------|--------------|-----------|
| I109 | 0.000000     | 0.300000  |
| I110 | 0.000000     | 0.300000  |
| I111 | 0.000000     | 0.300000  |
| I112 | 0.000000     | 0.300000  |
| I113 | 0.000000     | 0.300000  |
| I114 | 0.000000     | 0.300000  |
| I115 | 0.000000     | 0.300000  |
| I116 | 58594.453125 | 0.000000  |
| I117 | 34843.000000 | 0.000000  |
| I118 | 0.000000     | 0.000000  |
| I119 | 46521.050781 | 0.000000  |
| I120 | 0.000000     | 19.208630 |
| I121 | 0.000000     | 0.300000  |
| I122 | 0.000000     | 0.300000  |
| I123 | 0.000000     | 0.300000  |
| I124 | 0.000000     | 0.300000  |
| I125 | 0.000000     | 0.300000  |
| I126 | 0.000000     | 0.300000  |
| I127 | 0.000000     | 0.300000  |
| I128 | 0.000000     | 0.000000  |
| I129 | 16504.582031 | 0.000000  |
| I130 | 53351.136719 | 0.000000  |
| I131 | 0.000000     | 0.000000  |
| I132 | 0.000000     | 19.208630 |
| I133 | 0.000000     | 0.300000  |
| I134 | 0.000000     | 0.300000  |
| I135 | 0.000000     | 0.300000  |
| I136 | 0.000000     | 0.300000  |
| I137 | 0.000000     | 0.300000  |
| I138 | 0.000000     | 0.300000  |
| I139 | 0.000000     | 0.300000  |
| I140 | 0.000000     | 1.948731  |
| I141 | 0.000000     | 1.948731  |
| I142 | 0.000000     | 1.948731  |
| I143 | 0.000000     | 1.948731  |
| I144 | 0.000000     | 19.208630 |
| W1   | 172.298004   | 0.000000  |
| W2   | 193.377991   | 0.000000  |
| W3   | 366.140991   | 0.000000  |
| W4   | 227.013000   | 0.000000  |
| W5   | 238.792999   | 0.000000  |
| W6   | 411.556000   | 0.000000  |
| W7   | 272.428009   | 0.000000  |



|     |             |              |
|-----|-------------|--------------|
| W8  | 284.208008  | 0.000000     |
| W9  | 456.970978  | 0.000000     |
| W10 | 317.842987  | 0.000000     |
| W11 | 329.622986  | 0.000000     |
| W12 | 502.385986  | 0.000000     |
| W13 | 0.000000    | 22698.412109 |
| W14 | 0.000000    | 0.000000     |
| W15 | 0.000000    | 21746.031250 |
| W16 | 0.000000    | 0.000000     |
| W17 | 0.000000    | 22698.412109 |
| W18 | 0.000000    | 22698.412109 |
| W19 | 0.000000    | 0.000000     |
| W20 | 0.000000    | 0.000000     |
| W21 | 0.000000    | 0.000000     |
| W22 | 0.000000    | 23652.726562 |
| W23 | 0.000000    | 24129.884766 |
| W24 | 0.000000    | 24607.041016 |
| W25 | 1838.199951 | 0.000000     |
| W26 | 2274.089844 | 0.000000     |
| W27 | 2074.149902 | 0.000000     |
| W28 | 1881.749878 | 0.000000     |
| W29 | 2083.704834 | 0.000000     |
| W30 | 1883.764893 | 0.000000     |
| W31 | 1691.364990 | 0.000000     |
| W32 | 1893.319946 | 0.000000     |
| W33 | 1693.314941 | 0.000000     |
| W34 | 1500.979980 | 0.000000     |
| W35 | 1702.869995 | 0.000000     |
| W36 | 1502.929932 | 0.000000     |
| W37 | 1556.099976 | 0.000000     |
| W38 | 1340.811035 | 0.000000     |
| W39 | 1667.649048 | 0.000000     |
| W40 | 2177.343018 | 0.000000     |
| W41 | 1910.754028 | 0.000000     |
| W42 | 2237.648926 | 0.000000     |
| W43 | 2747.343018 | 0.000000     |
| W44 | 2480.753906 | 0.000000     |
| W45 | 2807.592041 | 0.000000     |
| W46 | 3317.285889 | 0.000000     |
| W47 | 3050.697021 | 0.000000     |
| W48 | 3377.534912 | 0.000000     |
| W49 | 0.000000    | 0.000000     |
| W50 | 0.000000    | 0.000000     |

|     |            |              |
|-----|------------|--------------|
| W51 | 41.181000  | 0.000000     |
| W52 | 0.000000   | 0.000000     |
| W53 | 0.000000   | 0.000000     |
| W54 | 15.422999  | 0.000000     |
| W55 | 0.000000   | 0.000000     |
| W56 | 0.000000   | 22710.691406 |
| W57 | 0.000000   | 0.000000     |
| W58 | 0.000000   | 23665.007812 |
| W59 | 0.000000   | 24142.164062 |
| W60 | 0.000000   | 24619.322266 |
| W61 | 211.660004 | 0.000000     |
| W62 | 349.600006 | 0.000000     |
| W63 | 305.139984 | 0.000000     |
| W64 | 280.440002 | 0.000000     |
| W65 | 401.279999 | 0.000000     |
| W66 | 356.820007 | 0.000000     |
| W67 | 332.214996 | 0.000000     |
| W68 | 452.959991 | 0.000000     |
| W69 | 408.500000 | 0.000000     |
| W70 | 383.894989 | 0.000000     |
| W71 | 504.639984 | 0.000000     |
| W72 | 460.179993 | 0.000000     |
| W73 | 314.078003 | 0.000000     |
| W74 | 503.182007 | 0.000000     |
| W75 | 498.306000 | 0.000000     |
| W76 | 452.619995 | 0.000000     |
| W77 | 623.703979 | 0.000000     |
| W78 | 618.934021 | 0.000000     |
| W79 | 573.141968 | 0.000000     |
| W80 | 744.331970 | 0.000000     |
| W81 | 739.455994 | 0.000000     |
| W82 | 693.770020 | 0.000000     |
| W83 | 864.854004 | 0.000000     |
| W84 | 860.083984 | 0.000000     |
| W85 | 12.386001  | 0.000000     |
| W86 | 24.772001  | 0.000000     |
| W87 | 58.552002  | 0.000000     |
| W88 | 18.016001  | 0.000000     |
| W89 | 30.965002  | 0.000000     |
| W90 | 64.745003  | 0.000000     |
| W91 | 24.209002  | 0.000000     |
| W92 | 36.595001  | 0.000000     |
| W93 | 70.938004  | 0.000000     |

|      |             |          |
|------|-------------|----------|
| W94  | 30.402000   | 0.000000 |
| W95  | 42.788002   | 0.000000 |
| W96  | 77.131004   | 0.000000 |
| W97  | 1277.726074 | 0.000000 |
| W98  | 1214.620972 | 0.000000 |
| W99  | 1361.865967 | 0.000000 |
| W100 | 1568.609985 | 0.000000 |
| W101 | 1505.505005 | 0.000000 |
| W102 | 1652.750000 | 0.000000 |
| W103 | 1859.494019 | 0.000000 |
| W104 | 1880.862427 | 0.000000 |
| W105 | 2379.170898 | 0.000000 |
| W106 | 2029.964478 | 0.000000 |
| W107 | 2498.362061 | 0.000000 |
| W108 | 1424.433105 | 0.000000 |
| W109 | 28.236002   | 0.000000 |
| W110 | 25.331001   | 0.000000 |
| W111 | 77.945007   | 0.000000 |
| W112 | 31.772001   | 0.000000 |
| W113 | 26.867001   | 0.000000 |
| W114 | 79.480003   | 0.000000 |
| W115 | 33.308002   | 0.000000 |
| W116 | 86.996460   | 0.000000 |
| W117 | 57.264549   | 0.000000 |
| W118 | 0.000000    | 0.000000 |
| W119 | 76.459053   | 0.000000 |
| W120 | 36.030952   | 0.000000 |
| W121 | 31.352001   | 0.000000 |
| W122 | 31.489002   | 0.000000 |
| W123 | 35.791000   | 0.000000 |
| W124 | 39.144001   | 0.000000 |
| W125 | 39.282001   | 0.000000 |
| W126 | 43.584003   | 0.000000 |
| W127 | 46.937004   | 0.000000 |
| W128 | 47.075001   | 0.000000 |
| W129 | 67.881584   | 0.000000 |
| W130 | 91.576561   | 0.000000 |
| W131 | 1.515865    | 0.000000 |
| W132 | 59.169003   | 0.000000 |
| W133 | 90.405006   | 0.000000 |
| W134 | 184.563004  | 0.000000 |
| W135 | 156.492004  | 0.000000 |
| W136 | 71.864006   | 0.000000 |

|      |            |              |
|------|------------|--------------|
| W137 | 165.772003 | 0.000000     |
| W138 | 137.702011 | 0.000000     |
| W139 | 53.074001  | 0.000000     |
| W140 | 146.982010 | 0.000000     |
| W141 | 118.911003 | 0.000000     |
| W142 | 34.283001  | 0.000000     |
| W143 | 128.191010 | 0.000000     |
| W144 | 100.121002 | 0.000000     |
| U1   | 0.000000   | 0.000000     |
| U2   | 0.000000   | 2250.000000  |
| U3   | 0.000000   | 0.000000     |
| U4   | 0.000000   | 0.000000     |
| U5   | 0.000000   | 0.000000     |
| U6   | 0.000000   | 2250.000000  |
| U7   | 0.000000   | 0.000000     |
| U8   | 0.000000   | 0.000000     |
| U9   | 0.000000   | 0.000000     |
| U10  | 0.000000   | 1295.685303  |
| U11  | 0.000000   | 0.000000     |
| U12  | 0.000000   | 0.000000     |
| U13  | 0.000000   | 24948.412109 |
| U14  | 0.000000   | 24472.222656 |
| U15  | 0.000000   | 23996.031250 |
| U16  | 0.000000   | 23519.841797 |
| U17  | 0.000000   | 24948.412109 |
| U18  | 0.000000   | 24948.412109 |
| U19  | 0.000000   | 0.000000     |
| U20  | 0.000000   | 0.000000     |
| U21  | 0.000000   | 23502.968750 |
| U22  | 0.000000   | 24948.412109 |
| U23  | 0.000000   | 24948.412109 |
| U24  | 0.000000   | 24948.412109 |
| U25  | 0.000000   | 0.000000     |
| U26  | 0.000000   | 2250.000000  |
| U27  | 0.000000   | 2250.000000  |
| U28  | 0.000000   | 0.000000     |
| U29  | 0.000000   | 2250.000000  |
| U30  | 0.000000   | 0.000000     |
| U31  | 0.000000   | 0.000000     |
| U32  | 0.000000   | 2250.000000  |
| U33  | 0.000000   | 0.000000     |
| U34  | 0.000000   | 1295.685303  |
| U35  | 0.000000   | 0.000000     |

|     |          |              |
|-----|----------|--------------|
| U36 | 0.000000 | 0.000000     |
| U37 | 0.000000 | 2250.000000  |
| U38 | 0.000000 | 2250.000000  |
| U39 | 0.000000 | 0.000000     |
| U40 | 0.000000 | 2250.000000  |
| U41 | 0.000000 | 0.000000     |
| U42 | 0.000000 | 0.000000     |
| U43 | 0.000000 | 2250.000000  |
| U44 | 0.000000 | 2250.000000  |
| U45 | 0.000000 | 0.000000     |
| U46 | 0.000000 | 1295.685303  |
| U47 | 0.000000 | 0.000000     |
| U48 | 0.000000 | 0.000000     |
| U49 | 0.000000 | 3193.396240  |
| U50 | 0.000000 | 2721.698242  |
| U51 | 0.000000 | 2250.000000  |
| U52 | 0.000000 | 2250.000000  |
| U53 | 0.000000 | 0.000000     |
| U54 | 0.000000 | 0.000000     |
| U55 | 0.000000 | 0.000000     |
| U56 | 0.000000 | 24960.691406 |
| U57 | 0.000000 | 0.000000     |
| U58 | 0.000000 | 24960.691406 |
| U59 | 0.000000 | 24960.691406 |
| U60 | 0.000000 | 24960.691406 |
| U61 | 0.000000 | 0.000000     |
| U62 | 0.000000 | 2250.000000  |
| U63 | 0.000000 | 0.000000     |
| U64 | 0.000000 | 2250.000000  |
| U65 | 0.000000 | 2250.000000  |
| U66 | 0.000000 | 2250.000000  |
| U67 | 0.000000 | 0.000000     |
| U68 | 0.000000 | 2250.000000  |
| U69 | 0.000000 | 0.000000     |
| U70 | 0.000000 | 1295.685303  |
| U71 | 0.000000 | 818.527954   |
| U72 | 0.000000 | 0.000000     |
| U73 | 0.000000 | 0.000000     |
| U74 | 0.000000 | 2250.000000  |
| U75 | 0.000000 | 0.000000     |
| U76 | 0.000000 | 2250.000000  |
| U77 | 0.000000 | 0.000000     |
| U78 | 0.000000 | 0.000000     |

|      |          |             |
|------|----------|-------------|
| U79  | 0.000000 | 2250.000000 |
| U80  | 0.000000 | 2250.000000 |
| U81  | 0.000000 | 0.000000    |
| U82  | 0.000000 | 1295.685303 |
| U83  | 0.000000 | 0.000000    |
| U84  | 0.000000 | 341.370605  |
| U85  | 0.000000 | 2250.000000 |
| U86  | 0.000000 | 2250.000000 |
| U87  | 0.000000 | 0.000000    |
| U88  | 0.000000 | 0.000000    |
| U89  | 0.000000 | 0.000000    |
| U90  | 0.000000 | 2250.000000 |
| U91  | 0.000000 | 0.000000    |
| U92  | 0.000000 | 0.000000    |
| U93  | 0.000000 | 0.000000    |
| U94  | 0.000000 | 1295.685303 |
| U95  | 0.000000 | 0.000000    |
| U96  | 0.000000 | 0.000000    |
| U97  | 0.000000 | 2250.000000 |
| U98  | 0.000000 | 2250.000000 |
| U99  | 0.000000 | 2250.000000 |
| U100 | 0.000000 | 2250.000000 |
| U101 | 0.000000 | 0.000000    |
| U102 | 0.000000 | 0.000000    |
| U103 | 0.000000 | 2250.000000 |
| U104 | 0.000000 | 2250.000000 |
| U105 | 0.000000 | 0.000000    |
| U106 | 0.000000 | 0.000000    |
| U107 | 0.000000 | 0.000000    |
| U108 | 0.000000 | 341.370605  |
| U109 | 0.000000 | 0.000000    |
| U110 | 0.000000 | 0.000000    |
| U111 | 0.000000 | 0.000000    |
| U112 | 0.000000 | 2250.000000 |
| U113 | 0.000000 | 2250.000000 |
| U114 | 0.000000 | 2250.000000 |
| U115 | 0.000000 | 0.000000    |
| U116 | 0.000000 | 0.000000    |
| U117 | 0.000000 | 0.000000    |
| U118 | 0.000000 | 1295.685303 |
| U119 | 0.000000 | 0.000000    |
| U120 | 0.000000 | 0.000000    |
| U121 | 0.000000 | 2250.000000 |

|      |          |                |
|------|----------|----------------|
| U122 | 0.000000 | 0.000000       |
| U123 | 0.000000 | 0.000000       |
| U124 | 0.000000 | 2250.000000    |
| U125 | 0.000000 | 0.000000       |
| U126 | 0.000000 | 2250.000000    |
| U127 | 0.000000 | 0.000000       |
| U128 | 0.000000 | 2250.000000    |
| U129 | 0.000000 | 1772.842651    |
| U130 | 0.000000 | 0.000000       |
| U131 | 0.000000 | 0.000000       |
| U132 | 0.000000 | 0.000000       |
| U133 | 0.000000 | 2250.000000    |
| U134 | 0.000000 | 0.000000       |
| U135 | 0.000000 | 0.000000       |
| U136 | 0.000000 | 0.000000       |
| U137 | 0.000000 | 2250.000000    |
| U138 | 0.000000 | 0.000000       |
| U139 | 0.000000 | 0.000000       |
| U140 | 0.000000 | 0.000000       |
| U141 | 0.000000 | 0.000000       |
| U142 | 0.000000 | 1295.685303    |
| U143 | 0.000000 | 818.527954     |
| U144 | 0.000000 | 0.000000       |
| H1   | 0.000000 | 550000.000000  |
| H2   | 0.000000 | 550000.000000  |
| H3   | 7.000000 | 0.000000       |
| H4   | 0.000000 | 550000.000000  |
| H5   | 0.000000 | 550000.000000  |
| H6   | 0.000000 | 550000.000000  |
| H7   | 0.000000 | 550000.000000  |
| H8   | 0.000000 | 550000.000000  |
| H9   | 0.000000 | 550000.000000  |
| H10  | 0.000000 | 550000.000000  |
| H11  | 0.000000 | 550000.000000  |
| H12  | 0.000000 | 550000.000000  |
| F1   | 0.000000 | 1100000.000000 |
| F2   | 0.000000 | 1100000.000000 |
| F3   | 0.000000 | 1650000.000000 |
| F4   | 0.000000 | 1100000.000000 |
| F5   | 0.000000 | 1100000.000000 |
| F6   | 0.000000 | 1100000.000000 |
| F7   | 0.000000 | 1100000.000000 |
| F8   | 0.000000 | 1100000.000000 |

|     |              |                |
|-----|--------------|----------------|
| F9  | 0.000000     | 1100000.000000 |
| F10 | 0.000000     | 1100000.000000 |
| F11 | 0.000000     | 1100000.000000 |
| F12 | 0.000000     | 1100000.000000 |
| D1  | 5858.000000  | 0.000000       |
| D2  | 6238.000000  | 0.000000       |
| D3  | 11811.000000 | 0.000000       |
| D4  | 7323.000000  | 0.000000       |
| D5  | 7703.000000  | 0.000000       |
| D6  | 13276.000000 | 0.000000       |
| D7  | 8788.000000  | 0.000000       |
| D8  | 9168.000000  | 0.000000       |
| D9  | 14741.000000 | 0.000000       |
| D10 | 10253.000000 | 0.000000       |
| D11 | 10633.000000 | 0.000000       |
| D12 | 16206.000000 | 0.000000       |
| D13 | 0.000000     | 0.000000       |
| D14 | 0.000000     | 30.000000      |
| D15 | 0.000000     | 0.000000       |
| D16 | 0.000000     | 0.000000       |
| D17 | 0.000000     | 0.000000       |
| D18 | 0.000000     | 0.000000       |
| D19 | 0.000000     | 30.000000      |
| D20 | 0.000000     | 60.000000      |
| D21 | 0.000000     | 0.000000       |
| D22 | 0.000000     | 0.000000       |
| D23 | 0.000000     | 0.000000       |
| D24 | 0.000000     | 0.000000       |
| D25 | 31880.000000 | 0.000000       |
| D26 | 34986.000000 | 0.000000       |
| D27 | 31910.000000 | 0.000000       |
| D28 | 28950.000000 | 0.000000       |
| D29 | 32057.000000 | 0.000000       |
| D30 | 28981.000000 | 0.000000       |
| D31 | 26021.000000 | 0.000000       |
| D32 | 29128.000000 | 0.000000       |
| D33 | 26051.000000 | 0.000000       |
| D34 | 23092.000000 | 0.000000       |
| D35 | 26198.000000 | 0.000000       |
| D36 | 23122.000000 | 0.000000       |
| D37 | 28200.000000 | 0.000000       |
| D38 | 23523.000000 | 0.000000       |
| D39 | 29257.000000 | 0.000000       |



|     |              |             |
|-----|--------------|-------------|
| D40 | 38199.000000 | 0.000000    |
| D41 | 33522.000000 | 0.000000    |
| D42 | 39257.000000 | 0.000000    |
| D43 | 48199.000000 | 0.000000    |
| D44 | 43522.000000 | 0.000000    |
| D45 | 49256.000000 | 0.000000    |
| D46 | 58198.000000 | 0.000000    |
| D47 | 53521.000000 | 0.000000    |
| D48 | 59255.000000 | 0.000000    |
| D49 | 0.000000     | 0.000000    |
| D50 | 0.000000     | 3536.000000 |
| D51 | 299.000000   | 0.000000    |
| D52 | 0.000000     | 3611.000000 |
| D53 | 0.000000     | 3611.000000 |
| D54 | 97.000000    | 0.000000    |
| D55 | 0.000000     | 0.000000    |
| D56 | 0.000000     | 0.000000    |
| D57 | 0.000000     | 0.000000    |
| D58 | 0.000000     | 0.000000    |
| D59 | 0.000000     | 0.000000    |
| D60 | 0.000000     | 0.000000    |
| D61 | 2408.000000  | 0.000000    |
| D62 | 3680.000000  | 0.000000    |
| D63 | 3212.000000  | 0.000000    |
| D64 | 2952.000000  | 0.000000    |
| D65 | 4224.000000  | 0.000000    |
| D66 | 3756.000000  | 0.000000    |
| D67 | 3497.000000  | 0.000000    |
| D68 | 4768.000000  | 0.000000    |
| D69 | 4300.000000  | 0.000000    |
| D70 | 4041.000000  | 0.000000    |
| D71 | 5312.000000  | 0.000000    |
| D72 | 4844.000000  | 0.000000    |
| D73 | 3133.000000  | 0.000000    |
| D74 | 4747.000000  | 0.000000    |
| D75 | 4701.000000  | 0.000000    |
| D76 | 4270.000000  | 0.000000    |
| D77 | 5884.000000  | 0.000000    |
| D78 | 5839.000000  | 0.000000    |
| D79 | 5407.000000  | 0.000000    |
| D80 | 7022.000000  | 0.000000    |
| D81 | 6976.000000  | 0.000000    |
| D82 | 6545.000000  | 0.000000    |

|      |              |          |
|------|--------------|----------|
| D83  | 8159.000000  | 0.000000 |
| D84  | 8114.000000  | 0.000000 |
| D85  | 22.000000    | 0.000000 |
| D86  | 44.000000    | 0.000000 |
| D87  | 104.000000   | 0.000000 |
| D88  | 32.000000    | 0.000000 |
| D89  | 55.000000    | 0.000000 |
| D90  | 115.000000   | 0.000000 |
| D91  | 43.000000    | 0.000000 |
| D92  | 65.000000    | 0.000000 |
| D93  | 126.000000   | 0.000000 |
| D94  | 54.000000    | 0.000000 |
| D95  | 76.000000    | 0.000000 |
| D96  | 137.000000   | 0.000000 |
| D97  | 2126.000000  | 0.000000 |
| D98  | 2021.000000  | 0.000000 |
| D99  | 2266.000000  | 0.000000 |
| D100 | 2610.000000  | 0.000000 |
| D101 | 2505.000000  | 0.000000 |
| D102 | 2750.000000  | 0.000000 |
| D103 | 3094.000000  | 0.000000 |
| D104 | 2989.000000  | 0.000000 |
| D105 | 3234.000000  | 0.000000 |
| D106 | 3578.000000  | 0.000000 |
| D107 | 3474.000000  | 0.000000 |
| D108 | 3718.000000  | 0.000000 |
| D109 | 30236.000000 | 0.000000 |
| D110 | 25331.000000 | 0.000000 |
| D111 | 77945.000000 | 0.000000 |
| D112 | 31772.000000 | 0.000000 |
| D113 | 26867.000000 | 0.000000 |
| D114 | 79480.000000 | 0.000000 |
| D115 | 33308.000000 | 0.000000 |
| D116 | 28402.000000 | 0.000000 |
| D117 | 81016.000000 | 0.000000 |
| D118 | 34843.000000 | 0.000000 |
| D119 | 29938.000000 | 0.000000 |
| D120 | 82552.000000 | 0.000000 |
| D121 | 31352.000000 | 0.000000 |
| D122 | 31489.000000 | 0.000000 |
| D123 | 35791.000000 | 0.000000 |
| D124 | 39144.000000 | 0.000000 |
| D125 | 39282.000000 | 0.000000 |

|      |               |          |
|------|---------------|----------|
| D126 | 43584.000000  | 0.000000 |
| D127 | 46937.000000  | 0.000000 |
| D128 | 47075.000000  | 0.000000 |
| D129 | 51377.000000  | 0.000000 |
| D130 | 54730.000000  | 0.000000 |
| D131 | 54867.000000  | 0.000000 |
| D132 | 59169.000000  | 0.000000 |
| D133 | 90655.000000  | 0.000000 |
| D134 | 184563.000000 | 0.000000 |
| D135 | 156492.000000 | 0.000000 |
| D136 | 71864.000000  | 0.000000 |
| D137 | 165772.000000 | 0.000000 |
| D138 | 137702.000000 | 0.000000 |
| D139 | 53074.000000  | 0.000000 |
| D140 | 146982.000000 | 0.000000 |
| D141 | 118911.000000 | 0.000000 |
| D142 | 34283.000000  | 0.000000 |
| D143 | 128191.000000 | 0.000000 |
| D144 | 100121.000000 | 0.000000 |

| ROW | SLACK OR SURPLUS | DUAL PRICES |
|-----|------------------|-------------|
|-----|------------------|-------------|

|     |          |             |
|-----|----------|-------------|
| 2)  | 0.000000 | -707.000000 |
| 3)  | 0.000000 | -707.000000 |
| 4)  | 0.000000 | -707.000000 |
| 5)  | 0.000000 | -707.000000 |
| 6)  | 0.000000 | -707.000000 |
| 7)  | 0.000000 | -707.000000 |
| 8)  | 0.000000 | -707.000000 |
| 9)  | 0.000000 | -707.000000 |
| 10) | 0.000000 | -721.791870 |
| 11) | 0.000000 | -736.583740 |
| 12) | 0.000000 | -751.375610 |
| 13) | 0.000000 | -766.167480 |
| 14) | 0.000000 | 0.000000    |
| 15) | 0.000000 | 0.000000    |
| 16) | 0.000000 | -60.000000  |
| 17) | 0.000000 | -90.000000  |
| 18) | 0.000000 | 0.000000    |
| 19) | 0.000000 | 0.000000    |
| 20) | 0.000000 | 0.000000    |
| 21) | 0.000000 | 0.000000    |
| 22) | 0.000000 | -91.062943  |

|     |          |              |
|-----|----------|--------------|
| 23) | 0.000000 | 0.000000     |
| 24) | 0.000000 | 0.000000     |
| 25) | 0.000000 | 0.000000     |
| 26) | 0.000000 | -1475.000000 |
| 27) | 0.000000 | -1475.000000 |
| 28) | 0.000000 | -1475.000000 |
| 29) | 0.000000 | -1475.000000 |
| 30) | 0.000000 | -1475.000000 |
| 31) | 0.000000 | -1475.000000 |
| 32) | 0.000000 | -1475.000000 |
| 33) | 0.000000 | -1475.000000 |
| 34) | 0.000000 | -1506.015259 |
| 35) | 0.000000 | -1537.030396 |
| 36) | 0.000000 | -1568.045654 |
| 37) | 0.000000 | -1599.060913 |
| 38) | 0.000000 | -1292.000000 |
| 39) | 0.000000 | -1292.000000 |
| 40) | 0.000000 | -1292.000000 |
| 41) | 0.000000 | -1292.000000 |
| 42) | 0.000000 | -1292.000000 |
| 43) | 0.000000 | -1292.000000 |
| 44) | 0.000000 | -1292.000000 |
| 45) | 0.000000 | -1292.000000 |
| 46) | 0.000000 | -1319.197998 |
| 47) | 0.000000 | -1346.395996 |
| 48) | 0.000000 | -1373.593872 |
| 49) | 0.000000 | -1400.791870 |
| 50) | 0.000000 | -3461.000000 |
| 51) | 0.000000 | 0.000000     |
| 52) | 0.000000 | -3611.000000 |
| 53) | 0.000000 | 0.000000     |
| 54) | 0.000000 | 0.000000     |
| 55) | 0.000000 | -3611.000000 |
| 56) | 0.000000 | -3611.000000 |
| 57) | 0.000000 | 0.000000     |
| 58) | 0.000000 | -80.314720   |
| 59) | 0.000000 | 0.000000     |
| 60) | 0.000000 | 0.000000     |
| 61) | 0.000000 | 0.000000     |
| 62) | 0.000000 | -2160.000000 |
| 63) | 0.000000 | -2160.000000 |
| 64) | 0.000000 | -2160.000000 |
| 65) | 0.000000 | -2160.000000 |

|      |          |               |
|------|----------|---------------|
| 66)  | 0.000000 | -2160.000000  |
| 67)  | 0.000000 | -2160.000000  |
| 68)  | 0.000000 | -2160.000000  |
| 69)  | 0.000000 | -2160.000000  |
| 70)  | 0.000000 | -2205.329834  |
| 71)  | 0.000000 | -2250.659912  |
| 72)  | 0.000000 | -2295.989746  |
| 73)  | 0.000000 | -2341.319824  |
| 74)  | 0.000000 | -2409.000000  |
| 75)  | 0.000000 | -2409.000000  |
| 76)  | 0.000000 | -2409.000000  |
| 77)  | 0.000000 | -2409.000000  |
| 78)  | 0.000000 | -2409.000000  |
| 79)  | 0.000000 | -2409.000000  |
| 80)  | 0.000000 | -2409.000000  |
| 81)  | 0.000000 | -2409.000000  |
| 82)  | 0.000000 | -2459.578613  |
| 83)  | 0.000000 | -2510.157227  |
| 84)  | 0.000000 | -2560.736084  |
| 85)  | 0.000000 | -2611.314697  |
| 86)  | 0.000000 | -12801.000000 |
| 87)  | 0.000000 | -12801.000000 |
| 88)  | 0.000000 | -12801.000000 |
| 89)  | 0.000000 | -12801.000000 |
| 90)  | 0.000000 | -12801.000000 |
| 91)  | 0.000000 | -12801.000000 |
| 92)  | 0.000000 | -12801.000000 |
| 93)  | 0.000000 | -12801.000000 |
| 94)  | 0.000000 | -13069.639648 |
| 95)  | 0.000000 | -13338.279297 |
| 96)  | 0.000000 | -13606.918945 |
| 97)  | 0.000000 | -13875.558594 |
| 98)  | 0.000000 | -13674.000000 |
| 99)  | 0.000000 | -13674.000000 |
| 100) | 0.000000 | -13674.000000 |
| 101) | 0.000000 | -13674.000000 |
| 102) | 0.000000 | -13674.000000 |
| 103) | 0.000000 | -13674.000000 |
| 104) | 0.000000 | -13674.000000 |
| 105) | 0.000000 | -13674.000000 |
| 106) | 0.000000 | -13960.771484 |
| 107) | 0.000000 | -14247.542969 |
| 108) | 0.000000 | -14534.314453 |

|      |          |               |
|------|----------|---------------|
| 109) | 0.000000 | -14821.085938 |
| 110) | 0.000000 | -17.000000    |
| 111) | 0.000000 | -17.000000    |
| 112) | 0.000000 | -17.000000    |
| 113) | 0.000000 | -17.000000    |
| 114) | 0.000000 | -17.000000    |
| 115) | 0.000000 | -17.000000    |
| 116) | 0.000000 | -17.000000    |
| 117) | 0.000000 | -17.000000    |
| 118) | 0.000000 | -17.477158    |
| 119) | 0.000000 | -17.954315    |
| 120) | 0.000000 | -18.431473    |
| 121) | 0.000000 | -18.908630    |
| 122) | 0.000000 | -17.000000    |
| 123) | 0.000000 | -17.000000    |
| 124) | 0.000000 | -17.000000    |
| 125) | 0.000000 | -17.000000    |
| 126) | 0.000000 | -17.000000    |
| 127) | 0.000000 | -17.000000    |
| 128) | 0.000000 | -17.000000    |
| 129) | 0.000000 | -17.000000    |
| 130) | 0.000000 | -17.477158    |
| 131) | 0.000000 | -17.954315    |
| 132) | 0.000000 | -18.431473    |
| 133) | 0.000000 | -18.908630    |
| 134) | 0.000000 | -17.000000    |
| 135) | 0.000000 | -17.000000    |
| 136) | 0.000000 | -17.000000    |
| 137) | 0.000000 | -17.000000    |
| 138) | 0.000000 | -17.000000    |
| 139) | 0.000000 | -17.000000    |
| 140) | 0.000000 | -17.000000    |
| 141) | 0.000000 | -17.000000    |
| 142) | 0.000000 | -17.477158    |
| 143) | 0.000000 | -17.954315    |
| 144) | 0.000000 | -18.431473    |
| 145) | 0.000000 | -18.908630    |
| 146) | 0.000000 | 707.000000    |
| 147) | 0.000000 | 707.000000    |
| 148) | 0.000000 | 707.000000    |
| 149) | 0.000000 | 707.000000    |
| 150) | 0.000000 | 707.000000    |
| 151) | 0.000000 | 707.000000    |

|      |          |             |
|------|----------|-------------|
| 152) | 0.000000 | 707.000000  |
| 153) | 0.000000 | 707.000000  |
| 154) | 0.000000 | 721.791870  |
| 155) | 0.000000 | 736.583740  |
| 156) | 0.000000 | 751.375610  |
| 157) | 0.000000 | 766.167480  |
| 158) | 0.000000 | 0.000000    |
| 159) | 0.000000 | 30.000000   |
| 160) | 0.000000 | 60.000000   |
| 161) | 0.000000 | 90.000000   |
| 162) | 0.000000 | 0.000000    |
| 163) | 0.000000 | 0.000000    |
| 164) | 0.000000 | 30.000000   |
| 165) | 0.000000 | 60.000000   |
| 166) | 0.000000 | 91.062943   |
| 167) | 0.000000 | 0.000000    |
| 168) | 0.000000 | 0.000000    |
| 169) | 0.000000 | 0.000000    |
| 170) | 0.000000 | 1475.000000 |
| 171) | 0.000000 | 1475.000000 |
| 172) | 0.000000 | 1475.000000 |
| 173) | 0.000000 | 1475.000000 |
| 174) | 0.000000 | 1475.000000 |
| 175) | 0.000000 | 1475.000000 |
| 176) | 0.000000 | 1475.000000 |
| 177) | 0.000000 | 1475.000000 |
| 178) | 0.000000 | 1506.015259 |
| 179) | 0.000000 | 1537.030396 |
| 180) | 0.000000 | 1568.045654 |
| 181) | 0.000000 | 1599.060913 |
| 182) | 0.000000 | 1292.000000 |
| 183) | 0.000000 | 1292.000000 |
| 184) | 0.000000 | 1292.000000 |
| 185) | 0.000000 | 1292.000000 |
| 186) | 0.000000 | 1292.000000 |
| 187) | 0.000000 | 1292.000000 |
| 188) | 0.000000 | 1292.000000 |
| 189) | 0.000000 | 1292.000000 |
| 190) | 0.000000 | 1319.197998 |
| 191) | 0.000000 | 1346.395996 |
| 192) | 0.000000 | 1373.593872 |
| 193) | 0.000000 | 1400.791870 |
| 194) | 0.000000 | 3461.000000 |

|      |          |              |
|------|----------|--------------|
| 195) | 0.000000 | 3536.000000  |
| 196) | 0.000000 | 3611.000000  |
| 197) | 0.000000 | 3611.000000  |
| 198) | 0.000000 | 3611.000000  |
| 199) | 0.000000 | 3611.000000  |
| 200) | 0.000000 | 3611.000000  |
| 201) | 0.000000 | 0.000000     |
| 202) | 0.000000 | 80.314720    |
| 203) | 0.000000 | 0.000000     |
| 204) | 0.000000 | 0.000000     |
| 205) | 0.000000 | 0.000000     |
| 206) | 0.000000 | 2160.000000  |
| 207) | 0.000000 | 2160.000000  |
| 208) | 0.000000 | 2160.000000  |
| 209) | 0.000000 | 2160.000000  |
| 210) | 0.000000 | 2160.000000  |
| 211) | 0.000000 | 2160.000000  |
| 212) | 0.000000 | 2160.000000  |
| 213) | 0.000000 | 2160.000000  |
| 214) | 0.000000 | 2205.329834  |
| 215) | 0.000000 | 2250.659912  |
| 216) | 0.000000 | 2295.989746  |
| 217) | 0.000000 | 2341.319824  |
| 218) | 0.000000 | 2409.000000  |
| 219) | 0.000000 | 2409.000000  |
| 220) | 0.000000 | 2409.000000  |
| 221) | 0.000000 | 2409.000000  |
| 222) | 0.000000 | 2409.000000  |
| 223) | 0.000000 | 2409.000000  |
| 224) | 0.000000 | 2409.000000  |
| 225) | 0.000000 | 2409.000000  |
| 226) | 0.000000 | 2459.578613  |
| 227) | 0.000000 | 2510.157227  |
| 228) | 0.000000 | 2560.736084  |
| 229) | 0.000000 | 2611.314697  |
| 230) | 0.000000 | 12801.000000 |
| 231) | 0.000000 | 12801.000000 |
| 232) | 0.000000 | 12801.000000 |
| 233) | 0.000000 | 12801.000000 |
| 234) | 0.000000 | 12801.000000 |
| 235) | 0.000000 | 12801.000000 |
| 236) | 0.000000 | 12801.000000 |
| 237) | 0.000000 | 12801.000000 |



|      |          |              |
|------|----------|--------------|
| 238) | 0.000000 | 13069.639648 |
| 239) | 0.000000 | 13338.279297 |
| 240) | 0.000000 | 13606.918945 |
| 241) | 0.000000 | 13875.558594 |
| 242) | 0.000000 | 13674.000000 |
| 243) | 0.000000 | 13674.000000 |
| 244) | 0.000000 | 13674.000000 |
| 245) | 0.000000 | 13674.000000 |
| 246) | 0.000000 | 13674.000000 |
| 247) | 0.000000 | 13674.000000 |
| 248) | 0.000000 | 13674.000000 |
| 249) | 0.000000 | 13674.000000 |
| 250) | 0.000000 | 13960.771484 |
| 251) | 0.000000 | 14247.542969 |
| 252) | 0.000000 | 14534.314453 |
| 253) | 0.000000 | 14821.085938 |
| 254) | 0.000000 | 17.000000    |
| 255) | 0.000000 | 17.000000    |
| 256) | 0.000000 | 17.000000    |
| 257) | 0.000000 | 17.000000    |
| 258) | 0.000000 | 17.000000    |
| 259) | 0.000000 | 17.000000    |
| 260) | 0.000000 | 17.000000    |
| 261) | 0.000000 | 17.000000    |
| 262) | 0.000000 | 17.477158    |
| 263) | 0.000000 | 17.954315    |
| 264) | 0.000000 | 18.431473    |
| 265) | 0.000000 | 18.908630    |
| 266) | 0.000000 | 17.000000    |
| 267) | 0.000000 | 17.000000    |
| 268) | 0.000000 | 17.000000    |
| 269) | 0.000000 | 17.000000    |
| 270) | 0.000000 | 17.000000    |
| 271) | 0.000000 | 17.000000    |
| 272) | 0.000000 | 17.000000    |
| 273) | 0.000000 | 17.000000    |
| 274) | 0.000000 | 17.477158    |
| 275) | 0.000000 | 17.954315    |
| 276) | 0.000000 | 18.431473    |
| 277) | 0.000000 | 18.908630    |
| 278) | 0.000000 | 17.000000    |
| 279) | 0.000000 | 17.000000    |
| 280) | 0.000000 | 17.000000    |

|      |              |               |
|------|--------------|---------------|
| 281) | 0.000000     | 17.000000     |
| 282) | 0.000000     | 17.000000     |
| 283) | 0.000000     | 17.000000     |
| 284) | 0.000000     | 17.000000     |
| 285) | 0.000000     | 17.000000     |
| 286) | 0.000000     | 17.477158     |
| 287) | 0.000000     | 17.954315     |
| 288) | 0.000000     | 18.431473     |
| 289) | 0.000000     | 18.908630     |
| 290) | 58800.000000 | 0.000000      |
| 291) | 58800.000000 | 0.000000      |
| 292) | 60000.000000 | 0.000000      |
| 293) | 60000.000000 | 0.000000      |
| 294) | 60000.000000 | 0.000000      |
| 295) | 60000.000000 | 0.000000      |
| 296) | 60000.000000 | 0.000000      |
| 297) | 0.000000     | 0.177157      |
| 298) | 0.000000     | 0.177157      |
| 299) | 0.000000     | 0.177157      |
| 300) | 0.000000     | 0.177157      |
| 301) | 60000.000000 | 0.000000      |
| 302) | 0.000000     | 9000.000000   |
| 303) | 0.000000     | 9000.000000   |
| 304) | 0.000000     | 9000.000000   |
| 305) | 0.000000     | 9000.000000   |
| 306) | 0.000000     | 9000.000000   |
| 307) | 0.000000     | 9000.000000   |
| 308) | 0.000000     | 9000.000000   |
| 309) | 0.000000     | 9000.000000   |
| 310) | 0.000000     | 9477.157227   |
| 311) | 0.000000     | 9954.314453   |
| 312) | 0.000000     | 10431.471680  |
| 313) | 0.000000     | 10908.629883  |
| 314) | 0.000000     | -13698.412109 |
| 315) | 0.000000     | 9000.000000   |
| 316) | 0.000000     | -12746.031250 |
| 317) | 0.000000     | 9000.000000   |
| 318) | 0.000000     | -13698.412109 |
| 319) | 0.000000     | -13698.412109 |
| 320) | 0.000000     | 9000.000000   |
| 321) | 0.000000     | 9000.000000   |
| 322) | 0.000000     | 9477.157227   |
| 323) | 0.000000     | -13698.412109 |

|      |          |               |
|------|----------|---------------|
| 324) | 0.000000 | -13698.412109 |
| 325) | 0.000000 | -13698.412109 |
| 326) | 0.000000 | 9000.000000   |
| 327) | 0.000000 | 9000.000000   |
| 328) | 0.000000 | 9000.000000   |
| 329) | 0.000000 | 9000.000000   |
| 330) | 0.000000 | 9000.000000   |
| 331) | 0.000000 | 9000.000000   |
| 332) | 0.000000 | 9000.000000   |
| 333) | 0.000000 | 9000.000000   |
| 334) | 0.000000 | 9477.157227   |
| 335) | 0.000000 | 9954.314453   |
| 336) | 0.000000 | 10431.471680  |
| 337) | 0.000000 | 10908.629883  |
| 338) | 0.000000 | 9000.000000   |
| 339) | 0.000000 | 9000.000000   |
| 340) | 0.000000 | 9000.000000   |
| 341) | 0.000000 | 9000.000000   |
| 342) | 0.000000 | 9000.000000   |
| 343) | 0.000000 | 9000.000000   |
| 344) | 0.000000 | 9000.000000   |
| 345) | 0.000000 | 9000.000000   |
| 346) | 0.000000 | 9477.157227   |
| 347) | 0.000000 | 9954.314453   |
| 348) | 0.000000 | 10431.471680  |
| 349) | 0.000000 | 10908.629883  |
| 350) | 0.000000 | 9000.000000   |
| 351) | 0.000000 | 9000.000000   |
| 352) | 0.000000 | 9000.000000   |
| 353) | 0.000000 | 9000.000000   |
| 354) | 0.000000 | 9000.000000   |
| 355) | 0.000000 | 9000.000000   |
| 356) | 0.000000 | 9000.000000   |
| 357) | 0.000000 | -13710.692383 |
| 358) | 0.000000 | 9477.157227   |
| 359) | 0.000000 | -13710.692383 |
| 360) | 0.000000 | -13710.692383 |
| 361) | 0.000000 | -13710.692383 |
| 362) | 0.000000 | 9000.000000   |
| 363) | 0.000000 | 9000.000000   |
| 364) | 0.000000 | 9000.000000   |
| 365) | 0.000000 | 9000.000000   |
| 366) | 0.000000 | 9000.000000   |

|      |          |              |
|------|----------|--------------|
| 367) | 0.000000 | 9000.000000  |
| 368) | 0.000000 | 9000.000000  |
| 369) | 0.000000 | 9000.000000  |
| 370) | 0.000000 | 9477.157227  |
| 371) | 0.000000 | 9954.314453  |
| 372) | 0.000000 | 10431.471680 |
| 373) | 0.000000 | 10908.629883 |
| 374) | 0.000000 | 9000.000000  |
| 375) | 0.000000 | 9000.000000  |
| 376) | 0.000000 | 9000.000000  |
| 377) | 0.000000 | 9000.000000  |
| 378) | 0.000000 | 9000.000000  |
| 379) | 0.000000 | 9000.000000  |
| 380) | 0.000000 | 9000.000000  |
| 381) | 0.000000 | 9000.000000  |
| 382) | 0.000000 | 9477.157227  |
| 383) | 0.000000 | 9954.314453  |
| 384) | 0.000000 | 10431.471680 |
| 385) | 0.000000 | 10908.629883 |
| 386) | 0.000000 | 9000.000000  |
| 387) | 0.000000 | 9000.000000  |
| 388) | 0.000000 | 9000.000000  |
| 389) | 0.000000 | 9000.000000  |
| 390) | 0.000000 | 9000.000000  |
| 391) | 0.000000 | 9000.000000  |
| 392) | 0.000000 | 9000.000000  |
| 393) | 0.000000 | 9000.000000  |
| 394) | 0.000000 | 9477.157227  |
| 395) | 0.000000 | 9954.314453  |
| 396) | 0.000000 | 10431.471680 |
| 397) | 0.000000 | 10908.629883 |
| 398) | 0.000000 | 9000.000000  |
| 399) | 0.000000 | 9000.000000  |
| 400) | 0.000000 | 9000.000000  |
| 401) | 0.000000 | 9000.000000  |
| 402) | 0.000000 | 9000.000000  |
| 403) | 0.000000 | 9000.000000  |
| 404) | 0.000000 | 9000.000000  |
| 405) | 0.000000 | 9000.000000  |
| 406) | 0.000000 | 9477.157227  |
| 407) | 0.000000 | 9954.314453  |
| 408) | 0.000000 | 10431.471680 |
| 409) | 0.000000 | 10908.629883 |

|      |          |              |
|------|----------|--------------|
| 410) | 0.000000 | 9000.000000  |
| 411) | 0.000000 | 9000.000000  |
| 412) | 0.000000 | 9000.000000  |
| 413) | 0.000000 | 9000.000000  |
| 414) | 0.000000 | 9000.000000  |
| 415) | 0.000000 | 9000.000000  |
| 416) | 0.000000 | 9000.000000  |
| 417) | 0.000000 | 9000.000000  |
| 418) | 0.000000 | 9477.157227  |
| 419) | 0.000000 | 9954.314453  |
| 420) | 0.000000 | 10431.471680 |
| 421) | 0.000000 | 10908.629883 |
| 422) | 0.000000 | 9000.000000  |
| 423) | 0.000000 | 9000.000000  |
| 424) | 0.000000 | 9000.000000  |
| 425) | 0.000000 | 9000.000000  |
| 426) | 0.000000 | 9000.000000  |
| 427) | 0.000000 | 9000.000000  |
| 428) | 0.000000 | 9000.000000  |
| 429) | 0.000000 | 9000.000000  |
| 430) | 0.000000 | 9477.157227  |
| 431) | 0.000000 | 9954.314453  |
| 432) | 0.000000 | 10431.471680 |
| 433) | 0.000000 | 10908.629883 |
| 434) | 0.000000 | 9000.000000  |
| 435) | 0.000000 | 9000.000000  |
| 436) | 0.000000 | 9000.000000  |
| 437) | 0.000000 | 9000.000000  |
| 438) | 0.000000 | 9000.000000  |
| 439) | 0.000000 | 9000.000000  |
| 440) | 0.000000 | 9000.000000  |
| 441) | 0.000000 | 9000.000000  |
| 442) | 0.000000 | 9477.157227  |
| 443) | 0.000000 | 9954.314453  |
| 444) | 0.000000 | 10431.471680 |
| 445) | 0.000000 | 10908.629883 |
| 446) | 0.000000 | 11250.000000 |
| 447) | 0.000000 | 9000.000000  |
| 448) | 0.000000 | 11250.000000 |
| 449) | 0.000000 | 11250.000000 |
| 450) | 0.000000 | 11250.000000 |
| 451) | 0.000000 | 9000.000000  |
| 452) | 0.000000 | 11250.000000 |

|      |          |               |
|------|----------|---------------|
| 453) | 0.000000 | 11250.000000  |
| 454) | 0.000000 | 11250.000000  |
| 455) | 0.000000 | 9954.314453   |
| 456) | 0.000000 | 11250.000000  |
| 457) | 0.000000 | 11250.000000  |
| 458) | 0.000000 | -13698.412109 |
| 459) | 0.000000 | -13222.221680 |
| 460) | 0.000000 | -12746.031250 |
| 461) | 0.000000 | -12269.840820 |
| 462) | 0.000000 | -13698.412109 |
| 463) | 0.000000 | -13698.412109 |
| 464) | 0.000000 | 11250.000000  |
| 465) | 0.000000 | 11250.000000  |
| 466) | 0.000000 | -12252.968750 |
| 467) | 0.000000 | -13698.412109 |
| 468) | 0.000000 | -13698.412109 |
| 469) | 0.000000 | -13698.412109 |
| 470) | 0.000000 | 11250.000000  |
| 471) | 0.000000 | 9000.000000   |
| 472) | 0.000000 | 9000.000000   |
| 473) | 0.000000 | 11250.000000  |
| 474) | 0.000000 | 9000.000000   |
| 475) | 0.000000 | 11250.000000  |
| 476) | 0.000000 | 11250.000000  |
| 477) | 0.000000 | 9000.000000   |
| 478) | 0.000000 | 11250.000000  |
| 479) | 0.000000 | 9954.314453   |
| 480) | 0.000000 | 11250.000000  |
| 481) | 0.000000 | 11250.000000  |
| 482) | 0.000000 | 9000.000000   |
| 483) | 0.000000 | 9000.000000   |
| 484) | 0.000000 | 11250.000000  |
| 485) | 0.000000 | 9000.000000   |
| 486) | 0.000000 | 11250.000000  |
| 487) | 0.000000 | 11250.000000  |
| 488) | 0.000000 | 9000.000000   |
| 489) | 0.000000 | 9000.000000   |
| 490) | 0.000000 | 11250.000000  |
| 491) | 0.000000 | 9954.314453   |
| 492) | 0.000000 | 11250.000000  |
| 493) | 0.000000 | 11250.000000  |
| 494) | 0.000000 | 8056.603516   |
| 495) | 0.000000 | 8528.301758   |

|      |          |               |
|------|----------|---------------|
| 496) | 0.000000 | 9000.000000   |
| 497) | 0.000000 | 9000.000000   |
| 498) | 0.000000 | 11250.000000  |
| 499) | 0.000000 | 11250.000000  |
| 500) | 0.000000 | 11250.000000  |
| 501) | 0.000000 | -13710.692383 |
| 502) | 0.000000 | 11250.000000  |
| 503) | 0.000000 | -13710.692383 |
| 504) | 0.000000 | -13710.692383 |
| 505) | 0.000000 | -13710.692383 |
| 506) | 0.000000 | 11250.000000  |
| 507) | 0.000000 | 9000.000000   |
| 508) | 0.000000 | 11250.000000  |
| 509) | 0.000000 | 9000.000000   |
| 510) | 0.000000 | 9000.000000   |
| 511) | 0.000000 | 9000.000000   |
| 512) | 0.000000 | 11250.000000  |
| 513) | 0.000000 | 9000.000000   |
| 514) | 0.000000 | 11250.000000  |
| 515) | 0.000000 | 9954.314453   |
| 516) | 0.000000 | 10431.471680  |
| 517) | 0.000000 | 11250.000000  |
| 518) | 0.000000 | 11250.000000  |
| 519) | 0.000000 | 9000.000000   |
| 520) | 0.000000 | 11250.000000  |
| 521) | 0.000000 | 9000.000000   |
| 522) | 0.000000 | 11250.000000  |
| 523) | 0.000000 | 11250.000000  |
| 524) | 0.000000 | 9000.000000   |
| 525) | 0.000000 | 9000.000000   |
| 526) | 0.000000 | 11250.000000  |
| 527) | 0.000000 | 9954.314453   |
| 528) | 0.000000 | 11250.000000  |
| 529) | 0.000000 | 10908.629883  |
| 530) | 0.000000 | 9000.000000   |
| 531) | 0.000000 | 9000.000000   |
| 532) | 0.000000 | 11250.000000  |
| 533) | 0.000000 | 11250.000000  |
| 534) | 0.000000 | 11250.000000  |
| 535) | 0.000000 | 9000.000000   |
| 536) | 0.000000 | 11250.000000  |
| 537) | 0.000000 | 11250.000000  |
| 538) | 0.000000 | 11250.000000  |

|      |          |              |
|------|----------|--------------|
| 539) | 0.000000 | 9954.314453  |
| 540) | 0.000000 | 11250.000000 |
| 541) | 0.000000 | 11250.000000 |
| 542) | 0.000000 | 9000.000000  |
| 543) | 0.000000 | 9000.000000  |
| 544) | 0.000000 | 9000.000000  |
| 545) | 0.000000 | 9000.000000  |
| 546) | 0.000000 | 11250.000000 |
| 547) | 0.000000 | 11250.000000 |
| 548) | 0.000000 | 9000.000000  |
| 549) | 0.000000 | 9000.000000  |
| 550) | 0.000000 | 11250.000000 |
| 551) | 0.000000 | 11250.000000 |
| 552) | 0.000000 | 11250.000000 |
| 553) | 0.000000 | 10908.629883 |
| 554) | 0.000000 | 11250.000000 |
| 555) | 0.000000 | 11250.000000 |
| 556) | 0.000000 | 11250.000000 |
| 557) | 0.000000 | 9000.000000  |
| 558) | 0.000000 | 9000.000000  |
| 559) | 0.000000 | 9000.000000  |
| 560) | 0.000000 | 11250.000000 |
| 561) | 0.000000 | 11250.000000 |
| 562) | 0.000000 | 11250.000000 |
| 563) | 0.000000 | 9954.314453  |
| 564) | 0.000000 | 11250.000000 |
| 565) | 0.000000 | 11250.000000 |
| 566) | 0.000000 | 9000.000000  |
| 567) | 0.000000 | 11250.000000 |
| 568) | 0.000000 | 11250.000000 |
| 569) | 0.000000 | 9000.000000  |
| 570) | 0.000000 | 11250.000000 |
| 571) | 0.000000 | 9000.000000  |
| 572) | 0.000000 | 11250.000000 |
| 573) | 0.000000 | 9000.000000  |
| 574) | 0.000000 | 9477.157227  |
| 575) | 0.000000 | 11250.000000 |
| 576) | 0.000000 | 11250.000000 |
| 577) | 0.000000 | 11250.000000 |
| 578) | 0.000000 | 9000.000000  |
| 579) | 0.000000 | 11250.000000 |
| 580) | 0.000000 | 11250.000000 |
| 581) | 0.000000 | 11250.000000 |



|      |             |               |
|------|-------------|---------------|
| 582) | 0.000000    | 9000.000000   |
| 583) | 0.000000    | 11250.000000  |
| 584) | 0.000000    | 11250.000000  |
| 585) | 0.000000    | 11250.000000  |
| 586) | 0.000000    | 11250.000000  |
| 587) | 0.000000    | 9954.314453   |
| 588) | 0.000000    | 10431.471680  |
| 589) | 0.000000    | 11250.000000  |
| 590) | 1691.559082 | 0.000000      |
| 591) | 1512.163086 | 0.000000      |
| 592) | 2156.787109 | 0.000000      |
| 593) | 2051.427979 | 0.000000      |
| 594) | 973.373047  | 0.000000      |
| 595) | 1697.592041 | 0.000000      |
| 596) | 366.485046  | 0.000000      |
| 597) | 1145.915161 | 0.000000      |
| 598) | 0.000000    | 477.157349    |
| 599) | 0.000000    | 954.314697    |
| 600) | 0.000000    | 1431.472046   |
| 601) | 0.000000    | 1908.629395   |
| 602) | 3612.000000 | 0.000000      |
| 603) | 3784.000000 | 0.000000      |
| 604) | 4400.000000 | 0.000000      |
| 605) | 4400.000000 | 0.000000      |
| 606) | 4000.000000 | 0.000000      |
| 607) | 4600.000000 | 0.000000      |
| 608) | 4000.000000 | 0.000000      |
| 609) | 4600.000000 | 0.000000      |
| 610) | 4400.000000 | 0.000000      |
| 611) | 4200.000000 | 0.000000      |
| 612) | 4100.000000 | 0.000000      |
| 613) | 4200.000000 | 0.000000      |
| 614) | 0.000000    | 0.000000      |
| 615) | 0.000000    | 0.000000      |
| 616) | 0.000000    | 550000.000000 |
| 617) | 0.000000    | 0.000000      |
| 618) | 0.000000    | 0.000000      |
| 619) | 0.000000    | 0.000000      |
| 620) | 0.000000    | 0.000000      |
| 621) | 0.000000    | 0.000000      |
| 622) | 0.000000    | 0.000000      |
| 623) | 0.000000    | 0.000000      |
| 624) | 0.000000    | 0.000000      |

|      |          |          |
|------|----------|----------|
| 625) | 0.000000 | 0.000000 |
| 626) | 7.000000 | 0.000000 |
| 627) | 7.000000 | 0.000000 |
| 628) | 0.000000 | 0.000000 |
| 629) | 0.000000 | 0.000000 |
| 630) | 0.000000 | 0.000000 |
| 631) | 0.000000 | 0.000000 |
| 632) | 0.000000 | 0.000000 |
| 633) | 0.000000 | 0.000000 |
| 634) | 0.000000 | 0.000000 |
| 635) | 0.000000 | 0.000000 |
| 636) | 0.000000 | 0.000000 |
| 637) | 0.000000 | 0.000000 |

NO. ITERATIONS= 1141

BRANCHES= 1 DETERM.= 1.000E 0

*Halaman ini sengaja dikosongkan*

## ***BIOGRAFI PENULIS***



Nama lengkapnya adalah Donatus Feriyanto Simamora, keturunan batak asli yang lahir di Jakarta, pada tanggal 31 Maret 1990. Penulis merupakan anak pertama dari tiga bersaudara.

Riwayat pendidikan penulis dimulai dari lulus SDK Anugerah Abadi, Pamulang pada tahun 2001 dan SMPN 226 Jakarta lulus pada tahun 2004, dilanjutkan ke SMAN 46 Jakarta lulus pada tahun 2007. Penulis menyelesaikan studi Strata-1 Teknik Kimia di Institut Teknologi Indonesia pada tahun 2012.

Selama kurang lebih 2 tahun 3 bulan penulis pernah bekerja sebagai staf manajemen di salah satu pabrik kertas di Indonesia. Penulis bermaksud untuk lebih mengenal dan memperdalam bidang manajemen sehingga penulis memutuskan untuk melanjutkan studi S2 Magister Manajemen Teknologi ITS dengan bidang manajemen industri.

Selama menekuni studi Magister Manajemen Teknologi, penulis sangat tertarik dalam bidang Manajemen Operasional dan Perencanaan Produksi. Sehingga penulis mengambil topik tesis terkait dengan perencanaan produksi.